

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-098731

(43)Date of publication of application : 09.04.1999

(51)Int.Cl.

H02K 1/27

H02K 1/16

H02K 1/26

H02K 21/16

(21)Application number : 10-180091

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 26.06.1998

(72)Inventor : ASANO YOSHINARI
SHINDO MASAYUKI
ITO HIROSHI
MORISHIGE TAKESHI
OBARA KAZUHIRO
HONDA YUKIO
MURAKAMI HIROSHI
SUMIYA NAOYUKI
YOKOTE SHIZUKA

(30)Priority

Priority number : 09195379

Priority date : 22.07.1997

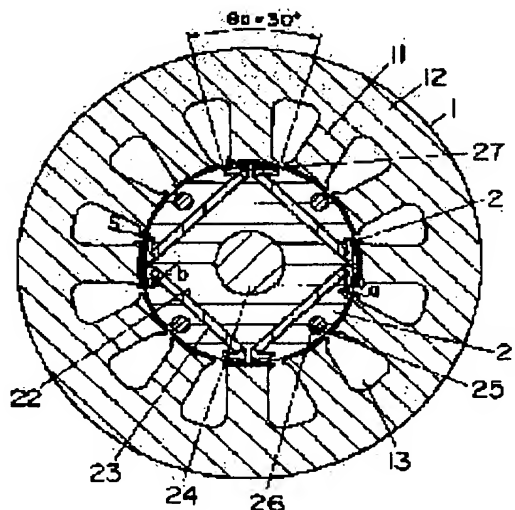
Priority country : JP

(54) MOTOR USING ROTOR WITH BURIED PERMANENT MAGNET THEREIN

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the efficiency of a motor and reduce its vibrations and noises, by so providing, closely to the outer periphery of its rotor core, preventing holes for short circuit of its magnetic fluxes as to contact the preventing holes with the end portions of its permanent-magnet burying holes and its permanent magnets buried therein, and by using its rotor with the permanent magnets buried in the permanent-magnet burying holes.

SOLUTION: Making a rotor 2 nearly cylindrical form and making it nearly concentric with a stator 1, it has four magnetic poles oppositely to the inner peripheral surface of the stator 1 to support it rotatably by a bearing through using an shaft 24 as its center. For the rotor 2, there are buried planar permanent magnets 23 in four permanent-magnet burying holes 22 provided at a nearly equal space in the rotational direction of a rotor core 21 and passed through the rotor core 21 in its axial direction. Further, in the rotor 2, closely to the outer periphery of the rotor core 21, preventing holes 27 for the short circuit of magnetic fluxes are so provided that they are contacted with the end portions of the permanent-magnet burying holes 22 and the permanent magnets 23 buried therein to bury the permanent magnets 23 in



the permanent-magnet burying holes 22. As a result, a highly efficient motor with low cogging torque and reduced vibrations and noises is obtained.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.02.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Rota which approached the periphery of a rotor core, was equipped with the hole for magnetic-flux short circuit prevention so that the edge of the permanent magnet laid under the hole for permanent magnet laying under the ground and it might be touched, and laid said permanent magnet under said hole for permanent magnet laying under the ground.

[Claim 2] The motor which has Rota which approached the periphery of a rotor core, was equipped with the hole for magnetic-flux short circuit prevention so that the edge of the permanent magnet laid under the hole for permanent magnet laying under the ground and it might be touched, and laid said permanent magnet under said hole for permanent magnet laying under the ground, and the stator of the shape of an approximate circle annulus which has two or more teeth.

[Claim 3] Rota [equipped with the member part which prepares the hole for magnetic-flux short circuit prevention inside a rotor core periphery edge, and forms the rotor core of a narrow interval between said hole for magnetic-flux short circuit prevention, and said rotor core periphery edge] according to claim 1.

[Claim 4] The include angle which the width of face of the part close to the rotor core periphery of the hole for magnetic-flux short circuit prevention makes to a rotor core core is Rota according to claim 1 where the width of face of the longitudinal direction which faces the rotor

core periphery side of a permanent magnet is smaller than the include angle made to a rotor core core.

[Claim 5] The radial width of face of the hole for magnetic-flux short circuit prevention is a motor according to claim 1 or 2 using Rota made into the air gap twice [more than] the die length of the stator which counters Rota and its Rota.

[Claim 6] Rota according to claim 1 whose permanent magnet is plate-like.

[Claim 7] The hole for magnetic-flux short circuit prevention adjacent to the hole for permanent magnet laying under the ground and permanent magnet edge in a certain Rota magnetic pole, The inside of the hole for magnetic-flux short circuit prevention in the Rota magnetic pole which adjoins the Rota magnetic pole, Rota according to claim 1 using Rota arranged at the degree of abbreviation $120/Nm$ when include-angle θ_{tai} of the rotor core part close to the Rota periphery including the hole for magnetic-flux short circuit prevention of the side near the former hole for magnetic-flux short circuit prevention sets the number of the Rota magnetic poles to Nm .

[Claim 8] Rota according to claim 1 using Rota whose permanent magnet is a rare earth magnet.

[Claim 9] Rota according to claim 1 which arranged non-magnetic material on all or a part of holes for magnetic-flux short circuit prevention.

[Claim 10] Rota according to claim 9 which fabricated the permanent magnet to the space which is the interior for permanent magnet laying under the ground of a hole, and was limited with non-magnetic material.

[Claim 11] Rota according to claim 1 using Rota whose several Nm Rota magnetic pole is 4.

[Claim 12] The motor according to claim 2 whose ratios of a rotor core outer diameter to a stator-core outer diameter are 0.47 or more and 0.5 or less.

[Claim 13] From the hole edge for magnetic-flux short circuit prevention in a certain Rota magnetic pole, it counts from said Rota magnetic pole, and can set to a clock or a half-clockwise rotation at the i -th Rota magnetic pole (i is the natural number of the less than several Nm Rota magnetic pole). Include-angle θ_{tai} to the hole edge for magnetic-flux short circuit prevention equivalent to the hole edge for former magnetic-flux short circuit prevention When the value which divided the number of teeth of a stator by Nt , and divided said i for j by $Nm/2$ of the one half of the several Nm Rota magnetic pole serves as an integer and it does not become 0 and an integer When the decimal part of the value which divided these i by said $Nm/2$ among different i is the same and it considers as the same integer which is less than $Nm/2$, it is $\theta_{tai} = 360 \cdot i / (Nm + 720j / (Nt - Nm))$.

It comes out and is a certain motor according to claim 2.

[Claim 14] The motor according to claim 2 or 13 whose number of stator teeth is $3Nm$.

[Claim 15] The motor according to claim 1, 2, or 13 by which the include angle which the width of face of the part close to the rotor core periphery of the hole for magnetic-flux short circuit prevention makes to a rotor core core has two or more kinds of values.

[Claim 16] Rota according to claim 1 using Rota which laid the permanent magnet under the hole for circular permanent magnet laying under the ground of concave to the Rota periphery side.

[Claim 17] Rota according to claim 1 which formed each Rota magnetic pole by preparing two or more holes for permanent magnet laying under the ground in the shape of V character to the Rota periphery side, and laying two or more permanent magnets under said hole for permanent magnet laying under the ground.

[Claim 18] Rota according to claim 1 which laid the permanent magnet under the hole for circular permanent magnet laying under the ground of concave to the Rota periphery side, and formed the separate Rota magnetic pole on the inside and the outside of radii of said permanent magnet.

[Claim 19] Give 1, 2, ..., Nm and a number, count from the Rota magnetic pole of said criteria, and it sets to the i -th Rota magnetic pole. the Rota magnetic pole which adjoins a clock or a half-clockwise rotation on the basis of a certain Rota magnetic pole -- continuing -- $i =$ -- When the include angle which the width of face of the part close to the rotor core periphery of the hole for magnetic-flux short circuit prevention of the Rota magnetic pole left end section makes to a rotor core core is set to δ_{taiR} , it of δ_{taiL} and the Rota magnetic pole right end section n It

fixes as 1 or more, N_m / two or less integer. $\Delta 0L$ and R It is larger than 0 and are smaller than the degree of $60/N_m$. j The motor according to claim 1 or 2 which the integers from 0 to $(N_m / 2n) - 1$ shall be taken independently by a unit of n times in the Rota magnetic pole left end section and the right end section, respectively, and are ΔiL , $R = \Delta 0L$, and $R \pm / N_m^2$ when the number is the case where the number of said i is even, and odd.

[Claim 20] $\Delta 0L$, the motor according to claim 19 which is $R = 120.n / N_m^2$.

[Claim 21] The motor according to claim 19 which is $n = 1$.

[Claim 22] The motor according to claim 2 whose number of stator teeth is $N_m (3/2)$.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the motor for a drive used for air-conditioning equipment, various industrial devices, etc. Especially, a permanent magnet is embedded in the Rota section incore, and it is related with the structure of a motor of using effectively not only magnet torque but reluctance torque.

[0002]

[Description of the Prior Art] The motor which realizes a well head is known by using magnet torque and reluctance torque for the Rota section incore collectively by embedding a permanent magnet as indicated by conventional, for example, Japan, patent application JP,8-331823,A. Drawing 15 shows the sectional view of this conventional kind of motor. A stator 1 consists of the York section 12 which connects the root of two or more teeth 11 and its teeth 11, and is carrying out the shape of an approximate circle annulus. The three phase coil is given to two or more slots 13 formed among two or more of the teeth 11. Rota 7 has the shape of a cylindrical shape of a stator 1 and the abbreviation same axle, counters stator inner skin, has four Rota magnetic poles, and it is supported by bearing (not shown) so that rotation may become free centering on a shaft 24. The tabular permanent magnet 73 is laid under the four holes 72 for permanent magnet laying under the ground through which Rota 7 is established in the hand of cut of the rotor core 71 at abbreviation regular intervals, and it pierces to shaft orientations. Moreover, an end plate (not shown) is arranged on the both ends of the shaft orientations of the rotor core 71, and the permanent magnet 73 is fixed to the rotor core 71 by letting the rivet pin 26 pass to a through hole 25. The Rota periphery has notching 77 near the boundary line of the Rota magnetic pole, and the longitudinal direction both ends of a permanent magnet 73 are close to the notching 77. By the rotating magnetic field formed of the current which flows to stator winding, Rota 7 is rotated, when the Rota magnetic pole draws in or opposes to the teeth 11 of a stator 1.

[0003] In the above-mentioned configuration, the relation of $L_d < L_q$ is materialized between the inductance L_d of d shaft orientations which intersect perpendicularly with the Rota magnetic pole, and the inductance L_q of q shaft orientations which pierce through the boundary line of the

Rota magnetic pole.

[0004] If the torque T of a motor sets the number of pole pairs of Rota to P_n and it generally sets [a flux linkage] I and the leading phase angle (setting to an electrical angle) of Current I to β for ψ_{sia} and a stator-winding current $T = P_n [\psi_{sia} - I \cos \beta + 0.5(L_q - L_d) I^2 \sin 2\beta]$ (1)

It is come out and expressed. In the above-mentioned (1) formula, the first term expresses magnet torque and the second term expresses reluctance torque. When filling the relation of $L_d < L_q$ here, by performing current tooth-lead-angle control, it is set to $\beta > 0$ and reluctance torque occurs. By setting the value of this β as a predetermined value, it is possible in the same current to generate the larger torque T compared with the time only of magnet torque.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, it will be small by the magnetic flux which short-circuits through the magnetic path P_a of the steel plate section, without the magnetic flux of a permanent magnet edge contributing effective in torque generating over [since the steel plate section high / of permeability / is between notching given to the hole for permanent magnet laying under the ground, and Rota periphery with the above-mentioned configuration] a stator 1, namely, magnet torque short-circuited, and will become, and effectiveness falls.

Moreover, it had the fault that cogging torque became large and vibration and the noise became large according to generating of the short circuit magnetic flux.

[0006] This invention is for solving the above-mentioned technical problem, and a motor efficiency is high and offers a motor with small vibration and noise.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, the motor of this invention is equipped with the hole for magnetic-flux short circuit prevention so that the edge of the permanent magnet which approaches the periphery of a rotor core and is laid under the rotor core by the hole for permanent magnet laying under the ground and it may be touched, and Rota which laid the above-mentioned permanent magnet under the above-mentioned hole for permanent magnet laying under the ground is used for it. By this preventing the short circuit of the magnetic flux in a permanent magnet edge, and committing the magnetic flux of the edge of a permanent magnet effective in torque generating over a stator, it is efficient, and cogging torque is low, and a motor with little vibration and the noise is offered.

[0008] Moreover, the motor of this invention is equipped with the hole for magnetic-flux short circuit prevention so that the edge of the permanent magnet which approaches the periphery of a rotor core and is laid under the rotor core by the hole for permanent magnet laying under the ground and it may be touched, and it has Rota which laid the above-mentioned permanent magnet under the above-mentioned hole for permanent magnet laying under the ground, and the stator of the shape of an approximate circle annulus which has two or more teeth. By this preventing the short circuit of the magnetic flux in permanent magnet both ends, and committing the magnetic flux of the edge of a permanent magnet effective in torque generating over a stator, it is efficient, and cogging torque is low, and a motor with little vibration and the noise can be offered.

[0009] Moreover, the hole for magnetic-flux short circuit prevention where the Rota configuration touches preferably the permanent magnet edge laid under the hole for permanent magnet laying under the ground of a certain Rota magnetic pole, and it, The inside of the same hole for magnetic-flux short circuit prevention in the Rota magnetic pole which adjoins the Rota magnetic pole, When the number of the Rota magnetic poles is set to N_m , include-angle θ_{taa} of the rotor core part close to the Rota periphery including the hole for magnetic-flux short circuit prevention of the side near the former hole for magnetic-flux short circuit prevention by accomplishing to the degree of abbreviation $120/N_m$ It can use magnetic flux effectively, and it can make cogging torque and torque pulsation small, and it is not only efficient, but can suppress vibration and the noise low.

[0010]

[Embodiment of the Invention] Permanent magnet Rota of the invention in this application approaches the periphery of a rotor core, and it has a hole for magnetic-flux short circuit

prevention so that the edge of the permanent magnet laid under the hole for permanent magnet laying under the ground and it may be touched. When it is the configuration of having laid said permanent magnet under said hole for permanent magnet laying under the ground, the short circuit of the magnetic flux of permanent magnet hoop direction both ends is prevented and the magnetic flux of a permanent magnet works effective in torque generating over a stator, while making effectiveness high Cogging torque is low and can offer a permanent magnet motor with little vibration and noise.

[0011] Furthermore, the hole for magnetic-flux short circuit prevention may be prepared inside a rotor core periphery edge, and you may have the member part which forms the rotor core of a narrow interval between said hole for magnetic-flux short circuit prevention, and said rotor core periphery edge.

[0012] Furthermore, the width of face of the longitudinal direction which faces the rotor core periphery side of a permanent magnet may make smaller than the include angle made to a rotor core core the include angle which the width of face of the part close to the rotor core periphery of the hole for magnetic-flux short circuit prevention makes to a rotor core core.

[0013] Furthermore, Rota made into the air gap twice [more than] the die length of the stator which counters Rota and its Rota may be used for the radial width of face of the hole for magnetic-flux short circuit prevention.

[0014] Furthermore, a permanent magnet may be plate-like. Furthermore, the hole for magnetic-flux short circuit prevention adjacent to the hole for permanent magnet laying under the ground and permanent magnet edge in a certain Rota magnetic pole, The inside of the hole for magnetic-flux short circuit prevention in the Rota magnetic pole which adjoins the Rota magnetic pole, When include-angle θ_{ta} of the rotor core part close to the Rota periphery including the hole for magnetic-flux short circuit prevention of the side near the former hole for magnetic-flux short circuit prevention sets the number of the Rota magnetic poles to N_m , you may be Rota arranged at the degree of abbreviation $120/N_m$.

[0015] Furthermore, Rota whose permanent magnet is a rare earth magnet may be used. Furthermore, non-magnetic material may be arranged on all or a part of holes for magnetic-flux short circuit prevention.

[0016] Furthermore, a permanent magnet may be fabricated to the space which is the interior for permanent magnet laying under the ground of a hole, and was limited with non-magnetic material.

[0017] Furthermore, Rota whose several N_m Rota magnetic pole is 4 may be used. Furthermore, the ratios of a rotor core outer diameter to a stator-core outer diameter may be 0.47 or more and 0.5 or less.

[0018] Furthermore, from the hole edge for magnetic-flux short circuit prevention in a certain Rota magnetic pole, it counts from said Rota magnetic pole, and can set to a clock or a half-clockwise rotation at the i -th Rota magnetic pole (i is the natural number of the less than several N_m Rota magnetic pole). Include-angle θ_{ta} to the hole edge for magnetic-flux short circuit prevention equivalent to the hole edge for former magnetic-flux short circuit prevention When the value which divided the number of teeth of a stator by N_t , and divided said i for j by $N_m/2$ of the one half of the several N_m Rota magnetic pole serves as an integer and it does not become 0 and an integer When the decimal part of the value which divided these i by said $N_m/2$ among different i is the same and it considers as the same integer which is less than $N_m/2$, it is $\theta_{ta} = 360 \cdot i / N_m + 720 \cdot j / (N_t - N_m)$.

You may come out.

[0019] Furthermore, the number of stator teeth may be $3N_m$. Furthermore, the include angle which the width of face of the part close to the rotor core periphery of the hole for magnetic-flux short circuit prevention makes to a rotor core core may have and carry out two or more kinds of values.

[0020] Furthermore, Rota which laid the permanent magnet under the hole for circular permanent magnet laying under the ground of concave to the Rota periphery side may be used.

[0021] Furthermore, two or more holes for permanent magnet laying under the ground may be prepared in the shape of V character to the Rota periphery side, and each Rota magnetic pole

may be formed by laying two or more permanent magnets under said hole for permanent magnet laying under the ground.

[0022] Furthermore, a permanent magnet may be laid under the hole for circular permanent magnet laying under the ground of concave to the Rota periphery side, and the separate Rota magnetic pole may be formed on the inside and the outside of radii of said permanent magnet.

[0023] Give 1, 2, ..., N_m and a number, count from the Rota magnetic pole of said criteria, and it sets to the i -th Rota magnetic pole. furthermore, the Rota magnetic pole which adjoins a clock or a half-clockwise rotation on the basis of a certain Rota magnetic pole -- continuing -- $i =$ -- When the include angle which the width of face of the part close to the rotor core periphery of the hole for magnetic-flux short circuit prevention of the Rota magnetic pole left end section makes to a rotor core core is set to ΔR , it of ΔL and the Rota magnetic pole right end section n It fixes as 1 or more, $N_m / 2$ or less integer. ΔL and R It is larger than 0 and are smaller than the degree of $60/N_m$. j When the number is the case where the number of said i is even, and odd, the integers from 0 to $(N_m / 2n) - 1$ shall be taken independently by a unit of n times in the Rota magnetic pole left end section and the right end section, respectively, and you may be ΔL , $R = \Delta L$, and $R = \pm 1/N_m^2$. Furthermore, you may be ΔL and $R = 120.n/N_m^2$. moreover, $n = 1$ may come out. Moreover, the number of stator teeth may be $N_m (3/2)$.

[0024]

[Example] The example of this invention is explained below, referring to a drawing.

[0025] (Example 1) Drawing 1 is the sectional view of the motor in which the 1st example is shown. A stator 1 consists of the York section 12 which connects the root of 12 teeth 11 and those teeth 11, and is carrying out the shape of an approximate circle annulus. The distributed winding is given to 12 slots 13 formed among those teeth 11 every three pitches for each phase of a three phase coil.

[0026] Rota 2 has the shape of a cylindrical shape of a stator 1 and the abbreviation same axle, counters stator inner skin, has four Rota magnetic poles, and it is supported by bearing (not shown) so that rotation may become free centering on a shaft 24. The tabular permanent magnet 23 is laid under the four holes 22 for permanent magnet laying under the ground through which Rota 2 is established in the hand of cut of the rotor core 21 at abbreviation regular intervals, and it pierces to shaft orientations. Moreover, an end plate (not shown) is arranged on the both ends of the shaft orientations of the rotor core 21, and the above-mentioned permanent magnet 23 is fixed to the above-mentioned rotor core 21 by letting the rivet pin 26 pass to a through hole 25. By the rotating magnetic field formed of the current which flows to stator winding (not shown), Rota 2 is rotated, when the Rota magnetic pole draws in or opposes to the teeth 11 of a stator 1.

[0027] Rota 2 approaches the periphery of the above-mentioned rotor core 21, it is equipped with the hole 27 for magnetic-flux short circuit prevention so that the edge of the permanent magnet 23 laid under the hole 22 for permanent magnet laying under the ground and it may be touched, and it is laying the above-mentioned permanent magnet 23 under the above-mentioned hole 22 for permanent magnet laying under the ground here.

[0028] The magnetic flux generated from the edge of a permanent magnet 23 by making it such a configuration is committed effective in torque generating over a stator 1, without connecting too hastily like the conventional example of drawing 15, since there is a hole 27 for magnetic-flux short circuit prevention. Thereby, it is efficient, and cogging torque is low, and a motor with little vibration and the noise can be realized.

[0029] Moreover, Rota 2 formed the hole 27 for magnetic-flux short circuit prevention inside the rotor core periphery edge, and is equipped with the steel plate part which forms the rotor core 21 of a narrow interval between the above-mentioned hole 27 for magnetic-flux short circuit prevention, and the above-mentioned rotor core periphery edge.

[0030] Although the distance S of the hole 27 for magnetic-flux short circuit prevention and a rotor core periphery edge is magnetically good so that it is small here, from a side on the strength, it is so good that it is large. Usually, the above-mentioned distance S is good to make it 0.8 or more times of the board thickness of one sheet of the laminating steel plate which are an air gap between Rota 2 and the teeth 11 of a stator 1, and below equivalent, and forms the

rotor core 21.

[0031] Moreover, as for the radial width of face a of the hole 27 for magnetic-flux short circuit prevention, it is desirable to take a sufficiently big value to the air gap between the teeth 11 of the stator 1 which counters Rota 2 and its Rota 2, and it should just usually make it twice [more than] the above-mentioned air gap.

[0032] Moreover, the include angle which the width of face of the part close to the rotor core periphery of the hole 27 for magnetic-flux short circuit prevention makes to a rotor core core has the width of face of the longitudinal direction which faces the rotor core periphery side of a permanent magnet 23 smaller than the include angle made to a rotor core core.

[0033] That is, the die length of the part close to the rotor core periphery of the hole 27 for magnetic-flux short circuit prevention needs to be extent to which the magnetic flux of permanent magnet 23 edge does not bar the flow of the magnetic flux over a stator 1. It contributes to torque generating effectively over a stator 1 certainly, without the magnetic flux of permanent magnet 23 edge connecting too hastily at the both ends of the permanent magnet 23 edge by doing so.

[0034] Moreover, it is plate-like, and the manufacture is easy for the permanent magnet 23 laid under the hole 22 for permanent magnet laying under the ground, and is cheap. Moreover, since the permanent magnet 23 is plate-like, the clearance between the permanent magnets 23 which can secure good dimensional accuracy and are laid under the hole 22 for permanent magnet laying under the ground of the rotor core 21 and there is made small and the magnetic reluctance between a permanent magnet 23 and the rotor core 21 can be stopped small, a motor with high effectiveness is realizable.

[0035] Moreover, the miniaturization of a motor can be attained by using a rare earth magnet for the permanent magnet 23 laid under the hole 22 for permanent magnet laying under the ground. In the motor which has the same output, it is because flux density is large compared with the case where a ferrite magnet is used when a rare earth magnet is used, so equivalent effectiveness is realizable by the volume of abbreviation one half. Moreover, although the thickness can be made small since coercive force of a rare earth magnet is high, in the Rota configuration of the conventional example, the short circuit of magnetic flux occurs mostly at the both ends of the longitudinal direction of a permanent magnet by making thickness small. Then, it becomes a very effective means to prevent the short circuit of magnetic flux by the hole 27 for magnetic-flux short circuit prevention like the configuration of this invention.

[0036] By the above-mentioned configuration, effectiveness improved 1 to 3% in each load point as compared with the motor in the conventional example.

[0037] moreover, the time of the number of the holes 22 for permanent magnet laying under the ground being the several Nm Rota magnetic pole and the same number, and setting the radius of a rotor core to r, as for Rota 2 -- thickness b of the edge of a permanent magnet 23 -- $\pi r / (3Nm)$ following -- then, it is good. In the example of **** 1, the number of the holes 22 for permanent magnet laying under the ground is 4, it is four Rota magnetic poles and the same number, and when the radius of the rotor core 21 is set to r, thickness b of permanent magnet 23 edge should just carry out to less than $\pi r / 12$.

[0038] Moreover, include-angle θ_{aa} of the rotor core part close to the Rota periphery including the hole 27 for magnetic-flux short circuit prevention of a side with Rota 2 near the former hole 27 for magnetic-flux short circuit prevention among the hole 27 for magnetic-flux short circuit prevention adjacent to the hole 22 for permanent magnet laying under the ground and permanent magnet 23 edge in a certain Rota magnetic pole and the hole 27 for magnetic-flux short circuit prevention in the Rota magnetic pole which adjoins the Rota magnetic pole is arranged at the degree of abbreviation $120/Nm$. That is, in the example of **** 1, since the several Nm Rota magnetic pole is 4, the above-mentioned include-angle θ_{aa} is arranged so that it may be made the include angle of a hand of cut and may become 30 degrees. Here, as for the error of the above-mentioned include-angle θ_{aa} , it is desirable to carry out to under the distance S of the hole 27 for magnetic-flux short circuit prevention and the Rota periphery.

[0039] The above-mentioned reason is as follows. Drawing 5 is the property Fig. having shown the relation between the above-mentioned include-angle θ_{aa} in drawing 1 $R > 1$, and the

cogging torque at the time of standardizing maximum as 1. At an angle of a hand of cut, the above-mentioned include-angle θ_{aa} has 30 lowest degrees, and is about [of other include angles] $1/2$.

[0040] Drawing 6 is the property Fig. having shown the relation between the above-mentioned include-angle θ_{aa} and the torque pulsating value when passing the current at the time of standardizing maximum as 1. 30 degrees is the lowest at an angle of a hand of cut, and then 35 degrees is low.

[0041] Thus, at the time of 30 degrees, cogging torque and the torque pulsating value of the above-mentioned include-angle θ_{aa} are low, and most excellent in the field of vibration or the noise. [**]

[0042] In addition, non-magnetic material may be arranged on all or a part of holes 27 for magnetic-flux short circuit prevention. If non-magnetic material is laid under the hole 27 for magnetic-flux short circuit prevention, the reinforcement of the rotor core 21 will improve.

[0043] Since a permanent magnet vibrates inside the hole for permanent magnet laying under the ground neither by transportation nor operation of a motor and reinforcement also increases by arranging the spacer of non-magnetic material like brass or aluminum on all or a part of the above-mentioned holes 27 for magnetic-flux short circuit prevention, or specifically filling up with and hardening a nonmagnetic fluid to it, a reliable motor can be offered. With aluminum die casting, if aluminum is slushed into whole Rota, they can be fabricated, also being able to use an end plate and a rivet pin as one.

[0044] A permanent magnet 23 may be fabricated to the space which is the hole 22 interior for permanent magnet laying under the ground, and was limited with non-magnetic material. That is, if a permanent magnet 23 like a resin magnet is fabricated to the space which is the rotor core 21 interior and was limited with the above-mentioned non-magnetic material where heat-resistant non-magnetic material, such as brass, is beforehand laid under the hole 27 for magnetic-flux short circuit prevention, since it is reliable since the pole face of the permanent magnet 23 sticks to the rotor core 21, and magnetic reluctance falls and the amount of magnetic flux increases, a motor with high effectiveness can be offered. In this case, the above-mentioned non-magnetic material may be drawn out from Rota after permanent magnet shaping by forming a taper in the above-mentioned non-magnetic material. By doing so, the motor loss by the eddy current generated inside the above-mentioned non-magnetic material can be prevented.

[0045] Now, drawing 2 is the property Fig. having shown the relation of the number of the Rota magnetic poles and motor loss at the time of designing the Rota outer diameter and a stator bore the optimal according to the number of the Rota magnetic poles, using the permanent magnet of the same amount as the permanent magnet 23 in the 1st example. Since the magnetic flux generated from per 1 of the Rota magnetic pole magnetic pole decreases and the amount of magnetic flux over the teeth section 11 of a stator 1 decreases in connection with it so that the number of the Rota magnetic poles is large, the amount of magnetic flux which flows in the cross section of the York section 12 of a stator 1 decreases. Therefore, thickness of the York section 12 can be made small.

[0046] Therefore, when the part and a stator outer diameter are made the same, a stator bore is enlarged and the Rota outer diameter can be enlarged. Since torque is proportional to the Rota outer diameter, the same torque can be realized by fewer ampere-turn (the number of coils of current x stator winding), consequently copper loss becomes small.

[0047] That is, the number of the Rota magnetic poles follows copper loss on becoming large, and it becomes small. On the other hand, since iron loss becomes so large that a frequency is large, a phase change frequency becomes large, so that the number of the Rota magnetic poles is generally large, consequently iron loss becomes large.

[0048] If the Rota outer diameter is kept constant and the amount of magnets is made the same when the numbers of the Rota magnetic poles are two poles, the magnetic flux generated from per 1 of the Rota magnetic pole magnetic pole will increase, magnetic saturation will occur in the teeth section 11 and the York section 12 of a stator 1, and iron loss will increase.

[0049] Four poles have [motor loss] the number of the Rota magnetic poles smallest [motor loss is the sum total of iron loss and copper loss, and] so that clearly from drawing 2 $R > 2$.

Therefore, in the configuration shown in this example, when the numbers of the Rota magnetic poles are four poles, effectiveness is the highest. Moreover, if stators are 12 slots when the numbers of the Rota magnetic poles are four poles, since the Rota magnetic flux can be used effectively, a motor with high effectiveness is realizable [a distributed winding will be given for each phase of a three phase coil every three pitches, and].

[0050] Drawing 3 is the property Fig. having shown the relation of the ratio of the Rota outer diameter and motor loss over a stator outer diameter when a silicone content carries out the laminating of the steel plate which are about 3% and 0.35mm of board thickness about the rotor core 21 and forms it.

[0051] Drawing 4 is the property Fig. having shown the ratio of the Rota outer diameter to the stator outer diameter when carrying out the laminating of the steel plate whose silicone content is 0.5mm of less than 1% of board thickness about the rotor core 21, and forming it, and the relation of motor loss.

[0052] Copper loss decreases and iron loss tends to increase, so that from above-mentioned drawing 3 and drawing 4 and the ratio of the Rota outer diameter to a stator outer diameter becomes large. The ratio of the Rota outer diameter [as opposed to / drawings / both / a stator outer diameter in motor loss] serves as min from 0.47 to 0.5. Therefore, as for a motor efficiency, between 0.47 to 0.5 is [the ratio of the Rota outer diameter to a stator outer diameter] the highest.

[0053] (Example 2) Drawing 7 is the sectional view of the motor in which the 2nd example is shown.

[0054] Include-angle θ_i to the hole edge for magnetic-flux short circuit prevention which counts from the above-mentioned Rota magnetic pole, and is equivalent to a clock or a half-clockwise rotation at the hole edge for former magnetic-flux short circuit prevention in the i -th Rota magnetic pole (i is the natural number of the less than several N_m Rota magnetic pole) from the hole edge for magnetic-flux short circuit prevention in a certain Rota magnetic pole is shown by the following (2) types.

[0055]

$$\theta_i = 360 \cdot i / N_m + 720 \cdot j / (N_t - N_m) \dots\dots (2)$$

Here, N_m is the number of the Rota magnetic poles, and N_t is the number of teeth of a stator. i is the natural number of the less than several N_m Rota magnetic pole. j is the same integer which is less than $N_m/2$, when the value which broke i by the one half of the several N_m Rota magnetic pole, $N_m/2$, serves as an integer, and it does not become 0 and an integer, and the decimal part of the value which divided these i by $N_m/2$ among different i is the same. [i.e.,]

[0056] In the example of **** 2 of drawing 7, it is 12 teeth, and as for the value of i and j , four poles and the number N_t of stator teeth will become as it is shown in (Table 1), if the several N_m Rota magnetic pole applies each numeric value to the above-mentioned (2) formula.

[0057]

[Table 1]

i の取りうる数値 : 1, 2, 3 ($N_m = 4$ 未満の自然数)

j の取りうる数値 : 0, 1 (0 または $N_m/2 = 2$ 未満の自然数)

i	$i / (N_m / 2)$	j
1	0.5	1
2	1	0
3	1.5	1

[0058] The include angle θ_1 from the edge of hole 37a for magnetic-flux short circuit prevention to the edge of hole 37b for magnetic-flux short circuit prevention will turn into 105 degrees, if $i = 1$ and $j = 1$ are substituted for the above-mentioned (2) formula and are calculated.

[0059] Moreover, the include angle θ_2 from the edge of hole 37a for magnetic-flux short circuit prevention to the edge of hole 37c for magnetic-flux short circuit prevention will turn into 180 degrees, if $i = 2$ and $j = 0$ are substituted for a ** (2) type and are calculated.

[0060] Furthermore, the include angle θ_3 from the edge of hole 37a for magnetic-flux short

circuit prevention to the edge of 37d of holes for magnetic-flux short circuit prevention will turn into 285 degrees, if $i=3$ and $j=1$ are substituted for a $** (2)$ type and are calculated.

[0061] By the above-mentioned configuration, since those with two kind and its relation are point symmetry to the Rota core, the magnetic physical relationship of the magnetic pole of Rota and the teeth of a stator can make a radial suction force homogeneity.

[0062] That is, by the above-mentioned configuration, when the numbers of magnetic poles of Rota are four poles, there will be two kinds of magnetic physical relationship of the magnetic pole of Rota and the teeth of a stator. Furthermore, although the physical relationship with the Rota magnetic pole between the teeth shifted 90 abbreviation differs, the physical relationship with the Rota magnetic pole between the teeth shifted 180 abbreviation is equal. Therefore, since the force committed to radial is negated, and suits between [shifted 180 abbreviation] teeth and it can make a radial suction force homogeneity, it can reduce cogging torque and can offer a motor with small vibration and noise.

[0063] Generally as for cogging torque, only the least common multiple N_c of the number N_t of teeth of the several N_m magnetic pole of Rota and a stator per Rota 1 rotation is changed. That is, whenever $(360/N_c)$ has one fluctuation. Therefore, when the number N_t of teeth of a stator is $3N_m$, it becomes whenever $(120-/N_m)$ with one fluctuation. However, by making physical relationship at the tip of the hole for magnetic-flux short circuit prevention, and the tip of teeth of a stator into two kinds like the example of $**** 2$, it becomes one fluctuation whenever $(60-/N_m)$, and fluctuation of cogging torque can be made into $6N_m$ time per rotation.

[0064] The hole for magnetic-flux short circuit prevention which touches the hole for permanent magnet laying under the ground and permanent magnet edge in a certain Rota magnetic pole in drawing 5, The inside of the hole for magnetic-flux short circuit prevention in the Rota magnetic pole which adjoins the Rota magnetic pole, Include-angle θ_{aa} of the rotor core part close to the Rota periphery including the hole for magnetic-flux short circuit prevention of the side near the former hole for magnetic-flux short circuit prevention it is like the 1st example shown in drawing 1 at least 30 degrees at an angle of the same hand of cut -- etc. -- cogging torque has a low direction in the case of an irregular pitch like the example of $**** 2$ shown in drawing 7, and the wave-like period also becomes twice from the case of a pitch. That is, to changing the cogging torque of the 1st example 12 times per rotation, it will change 24 times, cogging torque is graduated, and it of the example of $**** 2$ becomes low.

[0065] the above-mentioned include-angle θ_{aa} is moreover, like [at an angle of the same hand of cut] the 1st example shown in drawing 1 at least 30 degrees in drawing 6 -- etc. -- torque pulsation also has a direction lower than the case of a pitch in the case of an irregular pitch like the example of $**** 2$ shown in drawing 7.

[0066] Therefore, cogging torque and the torque pulsating value of the motor in the example of $**** 2$ are low, and excel the 1st example in the field of vibration or the noise.

[0067] (Example 3) Drawing 8 is the sectional view of the motor in which the 3rd example is shown.

[0068] The hole 42 for permanent magnet laying under the ground of the rotor core 41 is the radii configuration of concave, and is laying the tabular permanent magnet 43 under the hole 42 at the Rota periphery side.

[0069] By the above-mentioned configuration, it can take more greatly than the 1st example which shows the surface area of a permanent magnet 43 to drawing 1 , and big torque can be acquired. At this time, it becomes [the surface area of a permanent magnet 43] that the radius of a permanent magnet 43 is below equivalent compared with the Rota radius more than with the surface area for one pole in Rota and is suitable. When the holding power of the permanent magnet 43 to be used is comparatively low, the amount of magnetic flux needed by this configuration can be secured, and it is effective.

[0070] (Example 4) Drawing 9 is the sectional view of the motor in which the 4th example is shown.

[0071] Two or more holes for permanent magnet laying under the ground are prepared in the shape of V character to the Rota periphery side, and two or more permanent magnets are laid under the above-mentioned hole for permanent magnet laying under the ground.

[0072] Specifically, two sheets, per [of the hole 52] piece and the plate-like permanent magnets 53a and 53b, are laid under the hole 52 for permanent magnet laying under the ground of the rotor core 51. Since the permanent magnets 53a and 53b are plate-like, magnetic manufacture is easy and cheap. Moreover, since the permanent magnets 53a and 53b are plate-like, good dimensional accuracy can be secured, and the clearance between them and the hole 52 for permanent magnet laying under the ground is made small. Therefore, since magnetic reluctance between permanent magnets 53a and 53b and the rotor core 51 can be made small, a motor with high effectiveness can be offered. Moreover, like the 3rd example which shows the surface area of permanent magnets 53a and 53b to drawing 8 , it can take more greatly than the 1st example shown in drawing 1 , and big torque can be acquired.

[0073] (Example 5) Drawing 10 is the sectional view of the motor in which the 5th example is shown.

[0074] Rota 6 lays a permanent magnet 63 under the hole 62 for circular permanent magnet laying under the ground of concave to the Rota periphery side, and forms the separate Rota magnetic pole on the inside and the outside of radii of the above-mentioned permanent magnet 63. In order to form the Rota magnetic pole of another side by the inside of the radii of the above-mentioned permanent magnet 63 on one Rota magnetic pole and the outside of radii, it becomes advantageous, when the number of a permanent magnet is good in the one half of the number of the Rota magnetic poles and uses an expensive rare earth magnet for the above-mentioned permanent magnet 63 especially.

[0075] moreover, the time of the number of the holes 62 for permanent magnet laying under the ground being Nm of one half which is several Nm Rota magnetic pole/2, and setting the radius of the rotor core 61 to r in this case, -- thickness b of the edge of a permanent magnet 63 -- $\pi r / (3Nm)$ following -- then, it is good.

[0076] The periphery of the rotor core 61 is approached, it has the hole 67 for magnetic-flux short circuit prevention so that the edge of the permanent magnet 63 laid under the hole 62 for permanent magnet laying under the ground and it may be touched, and include-angle θ_{aa} of the part close to the Rota periphery of the laying-under-the-ground hole 62 for permanent magnets containing the hole 67 for magnetic-flux short circuit prevention makes it the include angle of a hand of cut, and it is 30 degrees.

[0077] The above-mentioned include-angle θ_{aa} in this case is an example in case there is no hole for magnetic-flux short circuit prevention of the side near the former hole for magnetic-flux short circuit prevention among the hole 67 for magnetic-flux short circuit prevention adjacent to the hole 62 for permanent magnet laying under the ground and permanent magnet 63 edge in a certain Rota magnetic pole and the hole for magnetic-flux short circuit prevention in the Rota magnetic pole which adjoins that Rota magnetic pole, and also when above, it shall be contained in include-angle θ_{aa} of this invention.

[0078] About an operation of the hole 67 for magnetic-flux short circuit prevention, since it is the same as that of the 1st example, it omits.

[0079] In addition, in drawing 10 , although the hole 67 for magnetic-flux short circuit prevention is installed in each one side of permanent magnet 63 both ends, as shown in drawing 11 , it may install the holes 68 and 69 for magnetic-flux short circuit prevention in both sides from permanent magnet 63 both ends. In this case, compared with the thing of drawing 10 , the flow of magnetic flux becomes homogeneity and is desirable.

[0080] (Example 6) Drawing 12 is the sectional view of the motor in which the 6th example is shown.

[0081] A stator 80 consists of the York section 82 which connects the root of 12 teeth 81 and teeth 81, it is an approximate circle annulus-like and the coil 84 by the concentrated winding is given to 12 slots 83 formed between the teeth 81 at the teeth 81. Rota 8 has the shape of a cylindrical shape of a stator 80 and the abbreviation same axle, counters stator inner skin, has eight Rota magnetic poles, and it is supported by bearing (not shown) so that rotation may become free centering on a shaft 94. The tabular permanent magnet 93 is laid under the eight holes 92 for permanent magnet laying under the ground through which Rota 8 is established in the hand of cut of the rotor core 91 at abbreviation regular intervals, and it pierces to shaft

orientations. Moreover, an end plate (not shown) is arranged on the both ends of the shaft orientations of the rotor core 91, and the above-mentioned permanent magnet 93 is fixed to the above-mentioned rotor core 91 by letting the rivet pin 96 pass to a through hole 95. Rota 8 is rotated when the Rota magnetic pole draws in or opposes the rotating magnetic field formed of the current which flows to stator winding 84. The hole 97 for magnetic-flux short circuit prevention which approaches the Rota periphery, has the hole 97 for magnetic-flux short circuit prevention to the longitudinal direction both ends of the permanent magnet laying-under-the-ground hole 92, and touches them at the hole 92 for permanent magnet laying under the ground and permanent magnet 93 edge in a certain Rota magnetic pole, Include-angle θ_{etaa} of the rotor core part close to the Rota periphery including the hole 97 for magnetic-flux short circuit prevention of the side near the former hole 97 for magnetic-flux short circuit prevention among the holes 97 for magnetic-flux short circuit prevention in the Rota magnetic pole which adjoins the Rota magnetic pole is $120^\circ/\text{Nm}$, i.e., abbreviation.

[0082] Give 1, 2, ..., Nm and a number, count from the Rota magnetic pole of the above-mentioned criteria, and it sets to the i -th Rota magnetic pole. the Rota magnetic pole which adjoins a clock or a half-clockwise rotation on the basis of a certain Rota magnetic pole -- continuing -- $i = \dots$ When it of δ_{taiL} and the Rota magnetic pole right end section is set to δ_{taiR} for the include angle which the width of face of the part close to the rotor core periphery of the hole for magnetic-flux short circuit prevention of the Rota magnetic pole left end section makes to a rotor core core, the δ_{taiL} and δ_{taiR} are shown by the following (3) types.

[0083]

$\delta_{\text{taiL}}, R = \delta_{\text{0L}}, R \pm \dots / \text{Nm}^2 \dots \dots (3)$

Here, Nm is the number of the Rota magnetic poles. n is fixed as 1 or more, $\text{Nm} / 2$ or less integer, and j shall take independently the integers from 0 to $(\text{Nm} / 2n) - 1$ by a unit of n times in the Rota magnetic pole left end section and the right end section, respectively, when the number is the case where the number of i is even, and odd.

[0084] Moreover, δ_{0L} and R are larger than 0, are smaller than the degree of $60/\text{Nm}$, and are as the following (4) types.

[0085]

$\delta_{\text{0L}}, R = 120.n / \text{Nm}^2 \dots \dots (4)$

When referred to as $n = 1$ and $\text{Nm} = 8$ here, only one kind in the value which j can take is taken for an example, and the value of δ_{taiL} is shown in (Table 2).

[0086]

[Table 2]

i の取りうる値: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

j の取りうる値: i が奇数、偶数それぞれに対して0, 1, 2, 3を1回ずつ

i	j	δ_{taiL} (度)
1	0	1.875
2	1	5.625
3	1	5.625
4	3	13.125
5	3	13.125
6	2	9.375
7	2	9.375
8	0	1.875

[0087] In order to double the adjoining hole for magnetic-flux short circuit prevention and to consider as abbreviation $120^\circ/\text{Nm} = 15^\circ$ degree width of face, the value of δ_{taiR} is determined as shown to an automatic target in (Table 3).

[0088]

[Table 3]

i	j	δ_{iR} (度)
1	2	9.375
2	2	9.375
3	0	1.875
4	0	1.875
5	1	5.625
6	1	5.625
7	3	13.125
8	3	13.125

[0089] Although calculated value was shown by reaching the above (Table 2) (Table 3), drawing 12 showed the value which rounded off the second less than place of decimal point on account of the precision of an include angle.

[0090] When the number of teeth of a stator is N_m ($3/2$), the physical relationship at the magnetic pole of Rota and the tip of the teeth of a stator differs the degree ($120-/N_m$) by the odd-numbered Rota magnetic pole and the even-numbered Rota magnetic pole, and cogging torque carries out $3N_m$ time fluctuation per Rota 1 rotation. Furthermore, since cogging torque will be changed per $[N_m / \text{two}]$ Rota 1 rotation ($3/2$), and can make the fluctuation period of cogging torque small, therefore the value of cogging torque can be made small by making the include angle of the hole for magnetic-flux short circuit prevention of the odd-numbered Rota magnetic pole and each even-numbered Rota magnetic pole into N_m / two kinds by the upper type, a motor with small vibration and noise can be offered.

[0091] In addition, with the dimension and process tolerance of the rotor core 91, although it is good also as $n > 1$ as shown in drawing 13 when processing is difficult, compared with the motor shown in drawing 12, the effectiveness of vibration or a noise reduction becomes small. When referred to as $n = 2$, only one kind in the value which j can take is taken for an example, and the value of δ_{iL} and δ_{iR} is shown in (Table 4).

[0092]

[Table 4]

i	j	δ_{iL} (度)	j	δ_{iR} (度)
1	1	11.25	1	11.25
2	0	3.75	1	11.25
3	0	3.75	0	3.75
4	1	11.25	0	3.75
5	1	11.25	1	11.25
6	0	3.75	1	11.25
7	0	3.75	0	3.75
8	1	11.25	0	3.75

[0093] Above, (Table 4), although calculated value was shown, drawing 1313 showed the value which rounded off the second less than place of decimal point on account of the precision of an include angle.

[0094] Drawing 14 is the property Fig. having shown the torque at the time of the same input of a motor without the hole for magnetic-flux short circuit prevention, the motor of drawing 12, and the motor of drawing 13, the torque pulsation at the time of energization, and the cogging torque at the time of no energizing. Each value standardized the motor without the hole for magnetic-flux short circuit prevention as 1. Cogging torque was able to be reduced for torque pulsation 70 to 80% 20 to 30%, without dropping torque on the motor it was indicated to this example that was clear from drawing 1414. Moreover, vibrationproofing and noise insulation can be made easy by raising the frequency of exciting force.

[0095] About 5% of error within the limits is permitted for the include angle specified by the above-mentioned explanation on a property.

[0096] Moreover, in this invention, it cannot be overemphasized that that the permanent magnet laid under Rota inserts a solid magnet in the hole for permanent magnet laying under the ground may, of course, form a shaping magnet like for example, a resin magnet in the hole for permanent

magnet laying under the ground with shaping.

[0097] This invention may be carried out, although it relates with the above-mentioned various examples and is explained, in addition even if it changes variously.

[0098] The example used for this specification or the drawing does not limit this invention only to it. Moreover, the detail of this example does not limit the range of a claim, either.

[0099]

[Effect of the Invention] When the short circuit of the magnetic flux of permanent magnet both ends is prevented and the magnetic flux of a permanent magnet works effective in torque generating over a stator, while making effectiveness high according to invention according to claim 1, cogging torque is low and offers a permanent magnet motor with little vibration and noise.

[0100] The magnetic flux of a permanent magnet edge contributes invention according to claim 4 to torque generating effectively over a stator 1 certainly, without connecting too hastily at the both ends.

[0101] According to invention according to claim 6, a permanent magnet is cheap, since dimensional accuracy is good, the clearance between a rotor core and a permanent magnet can be made small, and a permanent magnet motor with high effectiveness is offered.

[0102] When the number of permanent magnets can be lessened, the short circuit of the magnetic flux of permanent magnet both ends is prevented and the magnetic flux of a permanent magnet works effective in torque generating over a stator, while making effectiveness high according to invention according to claim 7, cogging torque is low and offers a permanent magnet motor with little vibration and noise.

[0103] According to invention according to claim 8, since coercive force of a rare earth magnet is high, it can make the thickness small and can attain miniaturization of a permanent magnet, and efficient-ization.

[0104] According to invention according to claim 9, without a permanent magnet vibrating inside the hole for permanent magnet laying under the ground of a rotor core, the Rota reinforcement will be increased and a reliable permanent magnet motor is offered.

[0105] According to invention according to claim 10, since the pole face and the rotor core of a permanent magnet stick, magnetic reluctance offers a permanent magnet motor with high effectiveness small therefore.

[0106] According to invention according to claim 11, the permanent magnet motor with high effectiveness which was able to balance iron loss and copper loss is offered.

[0107] According to invention according to claim 12, the permanent magnet motor with high effectiveness which was able to balance iron loss and copper loss is offered.

[0108] According to invention according to claim 13, since a radial suction force can be made into homogeneity, cogging torque can be reduced and a motor with small vibration and noise can be offered.

[0109] According to invention according to claim 19, cogging torque can be reduced and a permanent magnet motor with little vibration and noise is offered.

[0110] According to invention according to claim 20, cogging torque can be reduced and a permanent magnet motor with little vibration and noise is offered.

[0111] According to invention according to claim 21, effectiveness is high and a permanent magnet motor with little vibration and noise is offered.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original

precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The sectional view of the motor in which the 1st example of this invention is shown

[Drawing 2] The property Fig. showing the relation of the number of the Rota magnetic poles and motor loss at the time of designing the Rota outer diameter and a stator bore the optimal according to the number of the Rota magnetic poles using the same quantity of a permanent magnet

[Drawing 3] The property Fig. showing the relation of the ratio of the Rota outer diameter and motor loss over the stator outer diameter at the time of using a steel plate with a large silicone content for a rotor core

[Drawing 4] The property Fig. showing the relation of the ratio of the Rota outer diameter and motor loss over the stator outer diameter at the time of using a steel plate with a small silicone content for a rotor core

[Drawing 5] The property Fig. showing the relation of the include-angle theta and cogging torque in a rotor core

[Drawing 6] The property Fig. showing the relation of the include-angle theta and the torque pulsating value in a rotor core

[Drawing 7] The sectional view of the motor in which the 2nd example of this invention is shown

[Drawing 8] The sectional view of the motor in which the 3rd example of this invention is shown

[Drawing 9] The sectional view of the motor in which the 4th example of this invention is shown

[Drawing 10] The sectional view of the motor in which the 5th example of this invention is shown

[Drawing 11] The sectional view of other motors in the 5th example of this invention

[Drawing 12] The sectional view of the motor in which the 6th example of this invention is shown

[Drawing 13] The sectional view of other motors in the 6th example of this invention

[Drawing 14] The property Fig. showing the relation between a motor specification, and torque, a torque pulsating value and cogging torque

[Drawing 15] The sectional view of the conventional motor

[Description of Notations]

1 Stator

2 Rota

11 Teeth

21 Rotor Core

22 Permanent Magnet Embedded ***

23 Permanent Magnet

27 Hole for Permanent Magnet Short Circuit Prevention

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-98731

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月9日

(51) Int.Cl.⁹

H 0 2 K 1/27

識別記号

5 0 1

F I

H 0 2 K 1/27

5 0 1 A

5 0 1 K

5 0 1 M

1/16

1/16

C

1/26

1/26

C

審査請求 未請求 請求項の数22 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-180091

(22) 出願日 平成10年(1998) 6月26日

(31) 優先権主張番号 特願平9-195379

(32) 優先日 平 9 (1997) 7 月22日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 浅野 能成

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 神藤 正行

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 伊藤 浩

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外 1 名)

最終頁に続く

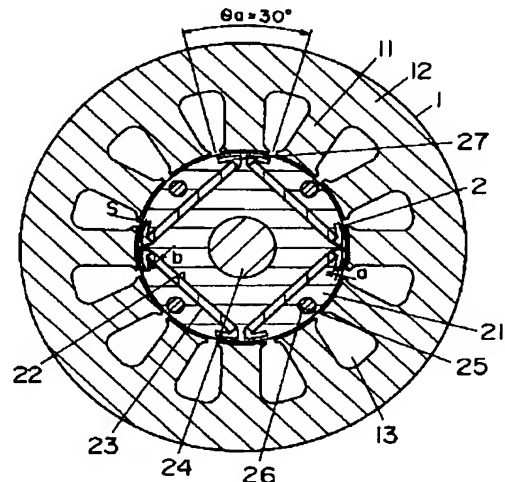
(54) 【発明の名称】 永久磁石を埋設したロータを用いたモータ

(57) 【要約】

【課題】 従来の永久磁石モータでは、永久磁石埋設用穴とロータ外周に施された切り欠きとの間に透磁率の高い銅板部があるため、永久磁石端部の磁束が、ステータに渡ってトルク発生に有効に寄与することなく、銅板部の磁路P aを通り短絡してしまう。

【解決手段】 ロータ内部に永久磁石23を埋設してなるモータにおいて、ロータコアの外周に近接して永久磁石埋設用穴22およびそれに埋設される永久磁石の端部に接するように磁束短絡防止用穴27を備える構成により、その永久磁石両端部の磁束の短絡を防ぎ、永久磁石の端部の磁束もステータに渡りトルク発生に有効に働くことが可能となる。

1...ステータ
2...ロータ
11...ティース
21...ロータコア
22...永久磁石埋設用穴
23...永久磁石
27...磁石短絡防止用穴



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ロータコアの外周に近接して、永久磁石埋設用穴およびそれに埋設される永久磁石の端部とに接するように磁束短絡防止用穴を備え、前記永久磁石埋設用穴に前記永久磁石を埋設したロータ。

【請求項 2】 ロータコアの外周に近接して、永久磁石埋設用穴およびそれに埋設される永久磁石の端部とに接するように磁束短絡防止用穴を備え、前記永久磁石埋設用穴に前記永久磁石を埋設したロータと、複数のティースを有する略円環形状のステータとを有するモータ。

【請求項 3】 磁束短絡防止用穴部をロータコア外周端より内側に設け、前記磁束短絡防止用穴部と前記ロータコア外周端との間に、狭間隔のロータコアを形成する部材部分を備えた請求項 1 記載のロータ。

【請求項 4】 磁束短絡防止用穴部のロータコア外周に近接する部分の幅がロータコア中心に対して作る角度は、永久磁石のロータコア外周側に面する長手方向の幅がロータコア中心に対して作る角度よりも小さい請求項 1 記載のロータ。

【請求項 5】 磁束短絡防止用穴部の半径方向の幅は、ロータとそのロータに対向するステータとのエアギャップの 2 倍以上の長さとしたロータを用いた請求項 1 または 2 記載のモータ。

【請求項 6】 永久磁石が平板状である請求項 1 記載のロータ。

【請求項 7】 あるロータ磁極における永久磁石埋設用穴および永久磁石端部に接する磁束短絡防止用穴と、そのロータ磁極に隣接するロータ磁極における磁束短絡防止用穴の内、前者の磁束短絡防止用穴に近い側の磁束短絡防止用穴を含むロータ外周に近接するロータコア部分の角度 θ_a が、ロータ磁極数を N_m とした時、略 $120/N_m$ 度に配置されたロータを用いた請求項 1 記載のロータ。

【請求項 8】 永久磁石が希土類磁石であるロータを用いた請求項 1 記載のロータ。

【請求項 9】 磁束短絡防止用穴部の全部または一部に非磁性体を配した請求項 1 記載のロータ。

【請求項 10】 永久磁石埋設用穴内部でかつ非磁性体により限定された空間に永久磁石を成形した請求項 9 記載のロータ。

【請求項 11】 ロータ磁極数 N_m が 4 であるロータを用いた請求項 1 記載のロータ。

【請求項 12】 ステータコア外径に対するロータコア外径の比が 0.47 以上、0.5 以下である請求項 2 記載のモータ。

【請求項 13】 あるロータ磁極における磁束短絡防止用穴端部から、前記ロータ磁極から数えて時計または半時計方向に i 番目 (i はロータ磁極数 N_m 未満の自然数) のロータ磁極における、前者磁束短絡防止用穴端部に相当する磁束短絡防止用穴端部までの角度 θ_i が、ス

テータのティース数を N_t 、 j を、前記 i をロータ磁極数 N_m の半分の $N_m/2$ で割った値が整数となる時には 0、整数とならない時には、異なる i 同士間でそれら i を前記 $N_m/2$ で割った値の小数部分が同一である場合にその $N_m/2$ 未満でかつ同一の整数とした時に $\theta_i = 360 \cdot i / N_m + 720 \cdot j / (N_t \cdot N_m)$ である請求項 2 記載のモータ。

【請求項 14】 ステータティース数が $3 N_m$ である請求項 2 または 13 記載のモータ。

【請求項 15】 磁束短絡防止用穴部のロータコア外周に近接する部分の幅がロータコア中心に対して作る角度が、2 通り以上の値を有する請求項 1、2 または 13 記載のモータ。

【請求項 16】 ロータ外周側に対して凹の円弧状永久磁石埋設用穴に永久磁石を埋設したロータを用いた請求項 1 記載のロータ。

【請求項 17】 複数の永久磁石埋設用穴をロータ外周側に対して V 字状に設け、前記永久磁石埋設用穴に複数の永久磁石を埋設することにより各ロータ磁極を形成した請求項 1 記載のロータ。

【請求項 18】 ロータ外周側に対して凹の円弧状永久磁石埋設用穴に永久磁石を埋設し、前記永久磁石の円弧の内側と外側で別々のロータ磁極を形成した請求項 1 記載のロータ。

【請求項 19】 あるロータ磁極を基準として時計または半時計方向に隣接するロータ磁極に連続して $i = 1, 2, \dots, N_m$ と番号をつけ、前記基準のロータ磁極から数えて i 番目のロータ磁極において、そのロータ磁極左端部の磁束短絡防止用穴部のロータコア外周に近接する部分の幅がロータコア中心に対して作る角度を δ_{iL} 、ロータ磁極右端部のそれを δ_{iR} とした時、 n は、1 以上、 $N_m/2$ 以下の整数として固定し、 $\delta_{0L,R}$ は、0 より大きく、 $60/N_m$ 度より小さく、 j は、前記 i が偶数の場合と奇数の場合、また、ロータ磁極左端部と右端部でそれぞれ独立して、0 から $(N_m/2n) - 1$ までの整数をそれぞれ n 回ずつ取るものとし、 $\delta_{iL,R} = \delta_{0L,R} + 240 \cdot n \cdot j / N_m^2$ である請求項 1 または 2 記載のモータ。

【請求項 20】 $\delta_{0L,R} = 120 \cdot n / N_m^2$ である請求項 19 記載のモータ。

【請求項 21】 $n = 1$ である請求項 19 記載のモータ。

【請求項 22】 ステータティース数が $(3/2) N_m$ である請求項 2 記載のモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、空調機器や各種産業機器等に使用される駆動用モータに関するものである。特に、ロータコア内部に永久磁石を埋め込み、マグネットトルクのみならずリラクタンストルクをも有効利

用するモータの構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、例えば日本特許出願特開平 8-331823 号公報に開示されているように、ロータコア内部に永久磁石を埋め込むことで、マグネットトルクとリラクタンストルクを併せて利用することにより、高効率を実現するモータが知られている。図 15 は、従来のこの種のモータの断面図を示している。ステータ 1 は複数のティース 11 とそのティース 11 の根元をつなぐヨーク部 12 とからなり、略円環形状をしている。その複数のティース 11 間に形成される複数のスロット 13 には三相巻線が施されている。ロータ 7 は、ステータ 1 と略同軸の略円筒形状であり、ステータ内周面に対向して 4 個のロータ磁極を有し、軸 24 を中心として回転自在となるように軸受（図示せず）によって支持されている。ロータ 7 は、ロータコア 71 の回転方向に略等間隔に設けられ、かつ軸方向に貫く 4 個の永久磁石埋設用穴 72 に、板状の永久磁石 73 を埋設している。また、そ*

$$T = P_n \{ \psi_a \cdot I \cdot \cos \beta + 0.5 (L_q - L_d) I^2 \cdot \sin 2\beta \} \quad \dots\dots\dots (1)$$

で表される。上記（1）式において、第一項はマグネットトルク、第二項はリラクタンストルクを表している。ここで $L_d < L_q$ の関係を満たす時に、電流進角制御を行なうことにより $\beta > 0$ となりリラクタンストルクが発生する。この β の値を所定の値に設定することにより、同一電流において、マグネットトルクのみの場合と比べ、より大きいトルク T を発生させることが可能である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記構成では、永久磁石埋設用穴とロータ外周に施された切り欠きとの間に透磁率の高い鋼板部があるため、永久磁石端部の磁束が、ステータ 1 に渡ってトルク発生に有効に寄与することなく、鋼板部の磁路 P_a を通り短絡してしまう、すなわち、マグネットトルクが短絡した磁束分小さくなることになり、効率は低下する。また、その短絡磁束の発生により、コギングトルクが大きくなり、振動や騒音が大きくなるという欠点を有していた。

【0006】本発明は、上記課題を解決するためのものであり、モータ効率が高く、振動や騒音の小さなモータを提供するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため本発明のモータは、ロータコアに、ロータコアの外周に近接して永久磁石埋設用穴およびそれに埋設される永久磁石の端部とに接するように磁束短絡防止用穴を備え、上記永久磁石埋設用穴に上記永久磁石を埋設したロータを用いたものである。これにより永久磁石端部での磁束の短絡を防止し、永久磁石の端部の磁束もステータに渡り、トルク発生に有効に働くことにより、高効率で、かつコギングトルクが低く、振動や騒音の少ないモータを

* のロータコア 71 の軸方向の両端部に端板（図示せず）を配し、貫通穴 25 にリベットピン 26 を通すことにより永久磁石 73 をロータコア 71 に固定している。ロータ外周は、ロータ磁極の境目付近で切り欠き 77 を有し、永久磁石 73 の長手方向両端はその切り欠き 77 に近接している。ロータ 7 は、ステータ巻線に流れる電流により形成される回転磁界により、そのロータ磁極がステータ 1 のティース 11 に対して吸引または反発することにより回転している。

10 【0003】上記構成において、ロータ磁極に直交する d 軸方向のインダクタンス L_d と、ロータ磁極の境目を貫く q 軸方向のインダクタンス L_q との間に、 $L_d < L_q$ の関係が成立する。

【0004】一般にモータのトルク T は、ロータの極対数を P_n 、鎖交磁束を ψ_a 、ステータ巻線電流を I および電流 I の進み位相角（電気角において）を β とすると、

$$T = P_n \{ \psi_a \cdot I \cdot \cos \beta + 0.5 (L_q - L_d) I^2 \cdot \sin 2\beta \} \quad \dots\dots\dots (1)$$

提供されるものである。

【0008】また、本発明のモータは、ロータコアに、ロータコアの外周に近接して永久磁石埋設用穴およびそれに埋設される永久磁石の端部とに接するように磁束短絡防止用穴を備え、上記永久磁石埋設用穴に上記永久磁石を埋設したロータと、複数のティースを有する略円環形状のステータとを有するものである。これにより永久磁石両端部での磁束の短絡を防止し、永久磁石の端部の磁束もステータに渡り、トルク発生に有効に働くことにより、高効率で、かつコギングトルクが低く、振動や騒音の少ないモータを提供できる。

【0009】また好ましくは、ロータ構成が、あるロータ磁極の永久磁石埋設用穴およびそれに埋設される永久磁石端部に接する磁束短絡防止用穴と、そのロータ磁極に隣接するロータ磁極における同様な磁束短絡防止用穴の内、前者の磁束短絡防止用穴に近い側の磁束短絡防止用穴とを含むロータ外周に近接したロータコア部分の角度 θ_a を、ロータ磁極数を N_m とした場合、略 $120/N_m$ 度に成すことにより、磁束を有効利用でき高効率であるばかりでなく、コギングトルク、トルク脈動を小さくすることができ振動や騒音を低く抑えることができる。

【0010】

【発明の実施の形態】本願発明の永久磁石ロータは、ロータコアの外周に近接して、永久磁石埋設用穴およびそれに埋設される永久磁石の端部とに接するように磁束短絡防止用穴を備え、前記永久磁石埋設用穴に前記永久磁石を埋設した構成であり、永久磁石周方向両端部の磁束の短絡を防ぎ、永久磁石の磁束がステータに渡り、トルク発生に有効に働くことにより、効率を高くするととも

に、コギングトルクが低く、振動・騒音の少ない永久磁石モータを提供できる。

【0011】さらに、磁束短絡防止用穴部をロータコア外周端より内側に設け、前記磁束短絡防止用穴部と前記ロータコア外周端との間に、狭間隔のロータコアを形成する部材部分を備えてもよい。

【0012】さらに、磁束短絡防止用穴部のロータコア外周に近接する部分の幅がロータコア中心に対して作る角度は、永久磁石のロータコア外周側に面する長手方向の幅がロータコア中心に対して作る角度よりも小さくし

てもよい。

【0013】さらに、磁束短絡防止用穴部の半径方向の幅は、ロータとそのロータに対向するステータとのエアギャップの2倍以上の長さとしたロータを用いてもよい。

【0014】さらに、永久磁石が平板状であってもよい。さらに、あるロータ磁極における永久磁石埋設用穴および永久磁石端部に接する磁束短絡防止用穴と、そのロータ磁極に隣接するロータ磁極における磁束短絡防止用穴の内、前者の磁束短絡防止用穴に近い側の磁束短絡防止用穴とを含むロータ外周に近接するロータコア部分の角度 θ_a が、ロータ磁極数を N_m とした時、略120°/Nm度に配置されたロータであってもよい。

【0015】さらに、永久磁石が希土類磁石であるロータを用いてもよい。さらに、磁束短絡防止用穴部の全部または一部に非磁性体を配してもよい。

【0016】さらに、永久磁石埋設用穴内部でかつ非磁性体により限定された空間に永久磁石を成形してもよい。

【0017】さらに、ロータ磁極数 N_m が4であるロータを用いてもよい。さらに、ステータコア外径に対するロータコア外径の比が0.47以上、0.5以下であってもよい。

【0018】さらに、あるロータ磁極における磁束短絡防止用穴端部から、前記ロータ磁極から数えて時計または半時計方向に i 番目(i はロータ磁極数 N_m 未満の自然数)のロータ磁極における、前者磁束短絡防止用穴端部に相当する磁束短絡防止用穴端部までの角度 θ_i が、ステータのティース数を N_t 、 j を、前記 i をロータ磁極数 N_m の半分の $N_m/2$ で割った値が整数となる時には0、整数とならない時には、異なる i 同士間でそれら i を前記 $N_m/2$ で割った値の小数部分が同一である場合にその $N_m/2$ 未満でかつ同一の整数とした時に $\theta_i = 360 \cdot i / N_m + 720 \cdot j / (N_t \cdot N_m)$ であってもよい。

【0019】さらに、ステータティース数が $3N_m$ であってもよい。さらに、磁束短絡防止用穴部のロータコア外周に近接する部分の幅がロータコア中心に対して作る角度が、2通り以上の値を有すしてもよい。

【0020】さらに、ロータ外周側に対して凹の円弧状

永久磁石埋設用穴に永久磁石を埋設したロータを用いてもよい。

【0021】さらに、複数の永久磁石埋設用穴をロータ外周側に対してV字状に設け、前記永久磁石埋設用穴に複数の永久磁石を埋設することにより各ロータ磁極を形成してもよい。

【0022】さらに、ロータ外周側に対して凹の円弧状永久磁石埋設用穴に永久磁石を埋設し、前記永久磁石の円弧の内側と外側で別々のロータ磁極を形成してもよい。

【0023】さらに、あるロータ磁極を基準として時計または半時計方向に隣接するロータ磁極に連続して $i = 1, 2, \dots, N_m$ と番号をつけ、前記基準のロータ磁極から数えて i 番目のロータ磁極において、そのロータ磁極左端部の磁束短絡防止用穴部のロータコア外周に近接する部分の幅がロータコア中心に対して作る角度を δ_{iL} 、ロータ磁極右端部のそれを δ_{iR} とした時、 n は、1以上、 $N_m/2$ 以下の整数として固定し、 $\delta_{0L,R}$ は、0より大きく、 $60/N_m$ 度より小さく、 j は、前記 i が偶数の場合と奇数の場合、また、ロータ磁極左端部と右端部でそれぞれ独立して、0から $(N_m/2n) - 1$ までの整数をそれぞれ n 回ずつ取るものとし、 $\delta_{iL,R} = \delta_{0L,R} + 240 \cdot n \cdot j / N_m^2$ であってもよい。さらに、 $\delta_{0L,R} = 120 \cdot n / N_m^2$ であってもよい。また、 $n = 1$ はであってもよい。また、ステータティース数が $(3/2)N_m$ であってもよい。

【0024】

【実施例】以下本発明の実施例について、図面を参照しながら説明する。

【0025】(実施例1)図1は第1の実施例を示すモータの断面図である。ステータ1は12個のティース11とそれらのティース11の根元をつなぐヨーク部12とからなり、略円環形状をしている。それらのティース11間に形成される12個のスロット13には三相巻線の各相を3ピッチおきに分布巻を施している。

【0026】ロータ2は、ステータ1と略同軸の略円筒形状であり、ステータ内周面に対向して4個のロータ磁極を有し、軸24を中心にして回転自在となるように軸受(図示せず)によって支持されている。ロータ2は、ロータコア21の回転方向に略等間隔に設けられ、かつ軸方向に貫く4個の永久磁石埋設用穴22に、板状の永久磁石23を埋設している。また、そのロータコア21の軸方向の両端部に端板(図示せず)を配し、貫通穴25にリベットピン26を通すことにより上記永久磁石23を上記ロータコア21に固定している。ロータ2は、ステータ巻線(図示せず)に流れる電流により形成される回転磁界により、そのロータ磁極がステータ1のティース11に対して吸引または反発することにより回転している。

【0027】ここでロータ2は、上記ロータコア21の

外周に近接して、永久磁石埋設用穴 22 およびそれに埋設される永久磁石 23 の端部とに接するように磁束短絡防止用穴 27 を備え、上記永久磁石埋設用穴 22 に上記永久磁石 23 を埋設している。

【0028】このような構成にすることにより、永久磁石 23 の端部から発生する磁束は、磁束短絡防止用穴 27 があるため、図 15 の従来例のように短絡することなく、ステータ 1 に渡り、トルク発生に有効に働く。これにより、高効率で、かつコギングトルクが低く、振動や騒音の少ないモータを実現できる。

【0029】またロータ 2 は、磁束短絡防止用穴 27 をロータコア外周端より内側に設け、上記磁束短絡防止用穴 27 と上記ロータコア外周端との間に、狭間隔の、ロータコア 21 を形成する鋼板部分を備えている。

【0030】ここで、磁束短絡防止用穴 27 とロータコア外周端との距離 S は、磁気的には小さいほどよいが、強度面からは大きいほどよい。通常、上記距離 S はロータ 2 とステータ 1 のティース 11 との間のエアギャップと同等以下で、かつロータコア 21 を形成する積層鋼板の 1 枚の板厚の 0.8 倍以上にするとよい。

【0031】また、磁束短絡防止用穴 27 の半径方向の幅 a は、ロータ 2 とそのロータ 2 に対向するステータ 1 のティース 11 との間のエアギャップに対して十分大きな値を取るのが望ましく、通常は上記エアギャップの 2 倍以上にすればよい。

【0032】また、磁束短絡防止用穴 27 のロータコア外周に近接する部分の幅がロータコア中心に対して作る角度は、永久磁石 23 のロータコア外周側に面する長手方向の幅がロータコア中心に対して作る角度よりも小さい。

【0033】すなわち、磁束短絡防止用穴 27 のロータコア外周に近接した部分の長さは、永久磁石 23 端部の磁束がステータ 1 に渡るその磁束の流れを妨げない程度である必要がある。そうすることにより、永久磁石 23 端部の磁束が、その永久磁石 23 端部の両端で短絡することなく、確実にステータ 1 に渡りトルク発生に効果的に寄与する。

【0034】また、永久磁石埋設用穴 22 に埋設される永久磁石 23 は平板状であり、その製造が容易で安価である。またその永久磁石 23 が平板状であるため、良好な寸法精度を確保できロータコア 21 の永久磁石埋設用穴 22 とそこに埋設される永久磁石 23 との隙間が小さくでき、永久磁石 23 とロータコア 21 間の磁気抵抗を小さく抑えることができるので、効率の高いモータが実現できる。

【0035】また、永久磁石埋設用穴 22 に埋設される永久磁石 23 に希土類磁石を用いることにより、モータの小型化が図れる。なぜならば、同一出力を有するモータにおいて、希土類磁石を用いた場合はフェライト磁石を用いた場合に比べ磁束密度が大きいので、約半分の体

積で同等の効率を実現できるからである。また、希土類磁石は保磁力が高いため、その厚みを小さくできるが、厚みを小さくすることにより、従来例のロータ構成では永久磁石の長手方向の両端部で磁束の短絡が多く発生する。そこで、本発明の構成のように磁束短絡防止用穴 27 により磁束の短絡を防ぐことが極めて有効な手段となる。

【0036】上記構成により、従来例におけるモータと比較し、効率が、各負荷点において、1~3%向上した。

【0037】またロータ 2 は、永久磁石埋設用穴 22 の数がロータ磁極数 N_m と同数であり、ロータコアの半径を r とした時、永久磁石 23 の端部の厚み b が $\pi r / (3 N_m)$ 未満とすればよい。本第 1 の実施例では永久磁石埋設用穴 22 の数は 4 であり、ロータ磁極数 4 と同数であり、ロータコア 21 の半径を r とした時、永久磁石 23 端部の厚み b は $\pi r / 12$ 未満とすればよい。

【0038】またロータ 2 は、あるロータ磁極における永久磁石埋設用穴 22 および永久磁石 23 端部に接する磁束短絡防止用穴 27 と、そのロータ磁極に隣接するロータ磁極における磁束短絡防止用穴 27 の内、前者の磁束短絡防止用穴 27 に近い側の磁束短絡防止用穴 27 とを含むロータ外周に近接するロータコア部分の角度 θ_a が、略 $120 / N_m$ 度に配置されている。すなわち本第 1 の実施例では、ロータ磁極数 N_m が 4 なので上記角度 θ_a は回転方向の角度にして 30 度になるように配置されている。ここで、上記角度 θ_a の誤差は、磁束短絡防止用穴 27 とロータ外周との距離 S 未満とするのが望ましい。

【0039】上記の理由は次の通りである。図 5 は、図 1 における上記角度 θ_a と、最大値を 1 として規格化した場合のコギングトルクとの関係を示した特性図である。上記角度 θ_a は回転方向の角度で 30 度が最も低く、他の角度の $1/2$ 程度である。

【0040】図 6 は、上記角度 θ_a と、最大値を 1 として規格化した場合の電流を流した時のトルク脈動値との関係を示した特性図である。回転方向の角度で 30 度が最も低く、次に 35 度が低い。

【0041】このように、上記角度 θ_a は 30 度の時、コギングトルク、トルク脈動値ともに最も低く、振動や騒音の面で最も優れている。

【0042】なお、磁束短絡防止用穴 27 の全部または一部に非磁性体を配してもよい。磁束短絡防止用穴 27 に非磁性体を埋設すれば、ロータコア 21 の強度が向上する。

【0043】具体的には、上記磁束短絡防止用穴 27 の全部または一部に、例えば真鍮やアルミニウムのような非磁性体のスペーサを配し、または、非磁性流体を充填し固めることにより、輸送やモータの運転などによって永久磁石が永久磁石埋設用穴内部で振動することがな

10

20

30

40

50

く、強度も増すため、信頼性の高いモータを提供できる。アルミダイカストにより、ロータ全体にアルミを流し込めば、端板、リベットピンをも一体として成形可能である。

【0044】永久磁石埋設用穴22内部でかつ非磁性体により限定された空間に永久磁石23を成形してもよい。すなわち、あらかじめ磁束短絡防止用穴部27に真鍮などの耐熱性の非磁性体を埋設した状態で、ロータコア21内部で、かつ上記非磁性体により限定された空間に例えば樹脂磁石のような永久磁石23を成形すれば、その永久磁石23の磁極面がロータコア21に密着するため信頼性が高く、また磁気抵抗が低下し磁束量が増大するため効率の高いモータを提供することができる。この場合に、上記非磁性体にテーパを設けることにより、永久磁石成形後に上記非磁性体をロータから引き抜いてもよい。そうすることにより、上記非磁性体内部に発生する渦電流による、モータ損失を防止することができる。

【0045】さて、図2は、第1の実施例における永久磁石23と同一量の永久磁石を用い、かつ、ロータ磁極数に応じてロータ外径およびステータ内径を最適に設計した場合の、ロータ磁極数とモータ損失との関係を示した特性図である。ロータ磁極数が大きいほど、ロータ磁極の1磁極当たりから発生する磁束が少なくなり、それに伴ないステータ1のティース部11に渡る磁束量が少なくなるので、ステータ1のヨーク部12の断面に流れる磁束量が少なくなる。よって、ヨーク部12の厚みを小さくできる。

【0046】したがって、その分、ステータ外径を同一とした時、ステータ内径を大きくしロータ外径を大きくできる。トルクはロータ外径に比例するため、より少ないアンペアターン（電流×ステータ巻線の巻線数）で同一トルクを実現でき、その結果、銅損は小さくなる。

【0047】すなわち、銅損はロータ磁極数が大きくなるに伴ない小さくなる。一方、鉄損は周波数が大きいほど大きくなるので、一般的にロータ磁極数が大きいほど相切替え周波数が大きくなり、その結果、鉄損が大きくなる。

*【0048】ロータ磁極数が2極の場合は、ロータ外径を一定に保ち、かつ磁石量を同一にすると、ロータ磁極の1磁極当たりから発生する磁束が多くなり、ステータ1のティース部11やヨーク部12で磁気飽和が発生し鉄損は増大する。

【0049】モータ損失は鉄損と銅損の合計であり、図2から明らかなように、モータ損失はロータ磁極数が4極が最も小さい。したがって、本実施例に示す構成においては、ロータ磁極数が4極の場合に効率が最も高い。また、ロータ磁極数が4極の場合、ステータが12スロットであれば、三相巻線の各相を3ピッチおきに分布巻を施すことになり、ロータ磁束を有効に利用できるため効率の高いモータを実現できる。

【0050】図3は、ロータコア21をシリコン含有量が3%程度、板厚0.35mmの鋼板を積層して形成した時の、ステータ外径に対するロータ外径の比率とモータ損失との関係を示した特性図である。

【0051】図4は、ロータコア21をシリコン含有量が1%未満の、板厚0.5mmの鋼板を積層して形成した時の、ステータ外径に対するロータ外径の比率とモータ損失の関係を示した特性図である。

【0052】上記図3および図4から明らかなように、ステータ外径に対するロータ外径の比率が大きくなるほど、銅損が減少し、鉄損は増加する傾向にある。モータ損失は、両図ともに、ステータ外径に対するロータ外径の比率が0.47から0.5の間で最小となっている。したがって、ステータ外径に対するロータ外径の比率は、0.47から0.5の間が最もモータ効率が高い。

【0053】（実施例2）図7は第2の実施例を示すモータの断面図である。

【0054】あるロータ磁極における磁束短絡防止用穴端部から、上記ロータ磁極から数えて時計または半時計方向にi番目（iはロータ磁極数Nm未満の自然数）のロータ磁極における、前者磁束短絡防止用穴端部に相当する磁束短絡防止用穴端部までの角度 θ_i は次の（2）式で示される。

【0055】

$$\theta_i = 360 \cdot i / Nm + 720 \cdot j / (Nt \cdot Nm) \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで、Nmはロータ磁極数であり、Ntはステータのティース数である。iはロータ磁極数Nm未満の自然数である。jは、iをロータ磁極数Nmの半分すなわちNm/2で割った値が整数となる時には0、整数とならない時には、異なるi同士間でそれらiをNm/2で割った値の小数部分が同一である場合にそのNm/2未満でかつ同一の整数である。

【0056】図7の本第2の実施例では、ロータ磁極数Nmが4極、ステータティース数Ntが12ティースであり、上記（2）式に各数値を当てはめると、iとjの値は（表1）のようになる。

【0057】

【表1】

i の取りうる数値: 1, 2, 3 ($Nm=4$ 未満の自然数)

j の取りうる数値: 0, 1 (0 または $Nm/2=2$ 未満の自然数)

i	$i/(Nm/2)$	j
1	0.5	1
2	1	0
3	1.5	1

【0058】磁束短絡防止用穴部 37a の端部から磁束短絡防止用穴部 37b の端部までの角度 $\theta 1$ は、 $i=1$ 、 $j=1$ を上記 (2) 式に代入し計算すると 105 度となる。

【0059】また、磁束短絡防止用穴部 37a の端部から磁束短絡防止用穴部 37c の端部までの角度 $\theta 2$ は、 $i=2$ 、 $j=0$ を同 (2) 式に代入し計算すると 180 度となる。

【0060】さらに、磁束短絡防止用穴部 37a の端部から磁束短絡防止用穴部 37d の端部までの角度 $\theta 3$ は、 $i=3$ 、 $j=1$ を同 (2) 式に代入し計算すると 285 度となる。

【0061】上記構成により、ロータの磁極とステータのティースとの磁気的位置関係が 2 通りあり、かつ、その関係はロータ中心に対して点対称であるため、半径方向の吸引力を均一にすることができる。

【0062】すなわち、上記構成により、ロータの磁極数が 4 極の場合においては、ロータの磁極とステータのティースとの磁気的位置関係が 2 通りあることになる。さらに、略 90 度ずれたティース間のロータ磁極との位置関係は異なるが、略 180 度ずれたティース間のロータ磁極との位置関係は等しい。したがって、半径方向に働く力は、略 180 度ずれたティース間同士で打ち消しあうため、半径方向の吸引力を均一にすることができるので、コギングトルクを低減でき、振動や騒音の小さいモータを提供できる。

【0063】一般にコギングトルクは、ロータ 1 回転につき、ロータの磁極数 Nm とステータのティース数 Nt の最小公倍数 Nc だけ変動する。すなわち、 $(360/Nc)$ 度に 1 回の変動がある。したがって、ステータのティース数 Nt が $3Nm$ の場合、 $(120/Nm)$ 度に 1 回の変動となる。ところが、磁束短絡防止用穴部の先端とステータのティース先端との位置関係を本第 2 の実施例のように 2 通りにすることにより、 $(60/Nm)$ 度に 1 回の変動となり、コギングトルクの変動を 1 回転につき 6 Nm 回とすることができる。

【0064】図 5 において、あるロータ磁極における永久磁石埋設用穴および永久磁石端部に接する磁束短絡防止用穴と、そのロータ磁極に隣接するロータ磁極における磁束短絡防止用穴の内、前者の磁束短絡防止用穴に近い側の磁束短絡防止用穴とを含むロータ外周に近接するロータコア部分の角度 θa は、同じ回転方向の角度で 30 度でも、図 1 に示す第 1 の実施例のような等ピッチの

場合よりも、図 7 に示す本第 2 の実施例のような不等ピッチの場合の方がコギングトルクが低く、その波形の周期も 2 倍となる。すなわち、第 1 の実施例のコギングトルクは 1 回転当たり 12 回変動するのに対して、本第 2 の実施例のそれは 24 回変動することになり、コギングトルクが平滑化され低くなる。

【0065】また、図 6 において、上記角度 θa は、同じ回転方向の角度で 30 度でも、図 1 に示す第 1 の実施例のような等ピッチの場合よりも、図 7 に示す本第 2 の実施例のような不等ピッチの場合の方がトルク脈動も低い。

【0066】したがって、本第 2 の実施例におけるモータは、コギングトルク、トルク脈動値ともに低く、振動や騒音の面で第 1 の実施例よりも優れている。

【0067】(実施例 3) 図 8 は第 3 の実施例を示すモータの断面図である。

【0068】ロータコア 41 の永久磁石埋設用穴 42 はロータ外周側に凹の円弧形状であり、その穴 42 には板状の永久磁石 43 を埋設している。

【0069】上記構成により、永久磁石 43 の表面積を図 1 に示す第 1 の実施例よりも大きく取ることができる。この時、永久磁石 43 の半径が、ロータ半径に比べて同等以下であると、永久磁石 43 の表面積が、ロータの 1 極分の表面積以上となり好適である。使用する永久磁石 43 の保持力が比較的低い場合などには、この構成により必要とする磁束量を確保することができ有効である。

【0070】(実施例 4) 図 9 は第 4 の実施例を示すモータの断面図である。

【0071】複数の永久磁石埋設用穴をロータ外周側に対して V 字状に設け、上記永久磁石埋設用穴には複数の永久磁石を埋設している。

【0072】具体的には、ロータコア 51 の永久磁石埋設用穴 52 には、その穴 52 の 1 個あたり、平板状の永久磁石 53a および 53b の 2 枚が埋設されている。その永久磁石 53a および 53b が平板状であるため、磁石の製造が容易で安価である。またその永久磁石 53a および 53b が平板状であるため良好な寸法精度を確保でき、それらと永久磁石埋設用穴 52 との間の隙間が小さくできる。したがって、永久磁石 53a および 53b とロータコア 51 との間の磁気抵抗を小さくできるの
で、効率の高いモータが提供できる。また永久磁石 53a および 53b の表面積を、図 8 に示す第 3 の実施例同

様、図 1 に示す第 1 の実施例よりも大きく取ることができる、大きなトルクを得ることができる。

【0073】（実施例 5）図 10 は、第 5 の実施例を示すモータの断面図である。

【0074】ロータ 6 は、ロータ外周側に対して凹の円弧状永久磁石埋設用穴 62 に永久磁石 63 を埋設し、上記永久磁石 63 の円弧の内側と外側で別々のロータ磁極を形成している。上記永久磁石 63 の円弧の内側で一方のロータ磁極、円弧の外側で他方のロータ磁極を形成するため、永久磁石の個数がロータ磁極数の半分でよく、特に、上記永久磁石 63 に高価な希土類磁石を用いる時には有利となる。

【0075】また、この場合は永久磁石埋設用穴 62 の数がロータ磁極数 N_m の半分の $N_m/2$ であり、ロータコア 61 の半径を r とした時、永久磁石 63 の端部の厚み b は $\pi r / (3 N_m)$ 未満とすればよい。

【0076】ロータコア 61 の外周に近接して、永久磁石埋設用穴 62 およびそれに埋設される永久磁石 63 の端部とに接するように磁束短絡防止用穴 67 を備え、その磁束短絡防止用穴部 67 を含む永久磁石用埋設穴 62 のロータ外周に近接した部分の角度 θ_a が、回転方向の角度にして 30 度である。

【0077】この場合の上記角度 θ_a は、あるロータ磁極における永久磁石埋設用穴 62 および永久磁石 63 端部に接する磁束短絡防止用穴 67 と、そのロータ磁極に隣接するロータ磁極における磁束短絡防止用穴の内、前者の磁束短絡防止用穴に近い側の磁束短絡防止用穴がない場合の例であり、本発明の角度 θ_a には上記のような場合も含まれるものとする。

【0078】磁束短絡防止用穴部 67 の作用については、第 1 の実施例と同様であるため省略する。

【0079】なお、図 10 においては、磁束短絡防止用穴部 67 は、永久磁石 63 両端部のそれぞれの片側に延設されているが、図 11 に示すように、永久磁石 63 両端部から両側に磁束短絡防止用穴部 68 および 69 を延設してもよい。この場合、図 10 のものに比べて、磁束の流れが均一になり好ましい。

*

$$\delta_{iL,R} = \delta_{oL,R} + 240 \cdot n \cdot j / N_m^2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここで、 N_m はロータ磁極数である。 n は、1 以上、 $N_m/2$ 以下の整数として固定し、 j は、 i が偶数の場合と奇数の場合、また、ロータ磁極左端部と右端部でそれぞれ独立して、0 から $(N_m/2n) - 1$ までの整数をそれぞれ n 回ずつ取るものとする。

【0084】また、 $\delta_{oL,R}$ は、0 より大きく、 $60/N_m$ 度より小さく、次の (4) 式の通りである。

*【0080】（実施例 6）図 12 は第 6 の実施例を示すモータの断面図である。

【0081】ステータ 80 は 12 個のティース 81 とそのティース 81 の根元をつなぐヨーク部 82 とからなり略円環形状であり、そのティース 81 間に形成される 12 個のスロット 83 には、そのティース 81 に集中巻による巻線 84 が施されている。ロータ 8 は、ステータ 80 と略同軸の略円筒形状であり、ステータ内周面に対向して 8 個のロータ磁極を有し、軸 94 を中心にして回転自在となるように軸受（図示せず）によって支持されている。ロータ 8 は、ロータコア 91 の回転方向に略等間隔に設けられ、かつ軸方向に貫く 8 個の永久磁石埋設用穴 92 に、板状の永久磁石 93 を埋設している。また、そのロータコア 91 の軸方向の両端部に端板（図示せず）を配し、貫通穴 95 にリベットピン 96 を通すことにより上記永久磁石 93 を上記ロータコア 91 に固定している。ロータ 8 は、ステータ巻線 84 に流れる電流により形成される回転磁界に、そのロータ磁極が吸引または反発することにより回転している。永久磁石埋設穴 92 の長手方向両端部に、ロータ外周に近接して磁束短絡防止用穴部 97 を有し、あるロータ磁極における永久磁石埋設用穴 92 および永久磁石 93 端部に接する磁束短絡防止用穴 97 と、そのロータ磁極に隣接するロータ磁極における磁束短絡防止用穴 97 の内、前者の磁束短絡防止用穴 97 に近い側の磁束短絡防止用穴 97 とを含むロータ外周に近接するロータコア部分の角度 θ_a が、略 $120/N_m$ すなわち略 15 度である。

【0082】あるロータ磁極を基準として時計または半時計方向に隣接するロータ磁極に連続して $i = 1, 2, \dots, N_m$ と番号をつけ、上記基準のロータ磁極から数えて i 番目のロータ磁極において、そのロータ磁極左端部の磁束短絡防止用穴部のロータコア外周に近接する部分の幅がロータコア中心に対して作る角度を δ_{iL} 、ロータ磁極右端部のそれを δ_{iR} とした時、その δ_{iL} および δ_{iR} は次の (3) 式で示される。

【0083】

【0085】

$$\delta_{oL,R} = 120 \cdot n / N_m^2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

ここで例えば、 $n = 1$ 、 $N_m = 8$ とした時、 j の取りうる値のうち、1 通りのみを例に取り、 δ_{iL} の値を（表 2）に示す。

【0086】

【表 2】

iの取りうる値: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

jの取りうる値: iが奇数、偶数それぞれに対して0, 1, 2, 3を1回ずつ

i	j	δ_{il} (度)
1	0	1.875
2	1	5.625
3	1	5.625
4	3	13.125
5	3	13.125
6	2	9.375
7	2	9.375
8	0	1.875

【0087】隣接する磁束短絡防止用穴部を合わせて略120/Nm=15度の幅とするために、 δ_{ir} の値は自動的に(表3)に示すように決定される。

【0088】

【表3】

i	j	δ_{ir} (度)
1	2	9.375
2	2	9.375
3	0	1.875
4	0	1.875
5	1	5.625
6	1	5.625
7	3	13.125
8	3	13.125

【0089】上記(表2)および(表3)では計算値を示したが、図12では角度の精度の都合上、小数点第二位以下を四捨五入した値を示した。

【0090】ステータのティース数が(3/2)Nmである場合、ロータの磁極とステータのティースの先端と*30

i	j	δ_{il} (度)	j	δ_{ir} (度)
1	1	11.25	1	11.25
2	0	3.75	1	11.25
3	0	3.75	0	3.75
4	1	11.25	0	3.75
5	1	11.25	1	11.25
6	0	3.75	1	11.25
7	0	3.75	0	3.75
8	1	11.25	0	3.75

【0093】上記(表4)では、計算値を示したが、図13では、角度の精度の都合上、小数点第二位以下を四捨五入した値を示した。

【0094】図14は、磁束短絡防止用穴部無しのモータ、図12のモータ、図13のモータの、同一入力時におけるトルク、通電時のトルク脈動、無通電時のコギングトルクを示した特性図である。それぞれの値は、磁束短絡防止用穴部無しのモータを1として規格化した。図14から明らかなように本実施例に示したモータでは、トルクを落とすことなく、トルク脈動を20~30%、コギングトルクを70~80%低減することができた。

*の位置関係は、奇数番目のロータ磁極と、偶数番目のロータ磁極で(120/Nm)度異っており、コギングトルクは、ロータ1回転につき3Nm回変動する。さらに、奇数番目のロータ磁極、偶数番目のロータ磁極それぞれの磁束短絡防止用穴部の角度を上式によりNm/2通りとすることにより、コギングトルクは、ロータ1回転につき(3/2)Nm回変動することになり、コギングトルクの変動周期を小さくでき、したがって、コギングトルクの値を小さくできるため、振動や騒音の小さいモータを提供できる。

【0091】なお、ロータコア91の寸法や加工精度により、加工が困難な場合は、図13に示すように、 $n > 1$ としてもよいが、図12に示すモータと比べると振動や騒音低減の効果は小さくなる。 $n = 2$ とした時、jの取りうる値のうち、1通りのみを例に取り、 δ_{il} 、 δ_{ir} の値を(表4)に示す。

【0092】

【表4】

また、加振力の周波数を上げることにより、防振や遮音を容易にできる。

【0095】上記の説明にて規定した角度は、5%程度の範囲内の誤差は特性上許容される。

【0096】また本発明において、ロータに埋設する永久磁石は、固形状の磁石を永久磁石埋設用穴に挿入することはもちろん、例えば樹脂磁石のような成形磁石を永久磁石埋設用穴に成形によって形成してもよいことは言うまでもない。

【0097】本発明は、上記の種々の実施例に関連付けて説明されているが、このほかに様々に変化されても実

施され得る。

【0098】本明細書や図面に用いた実施例は本発明をそれだけに限定するものではない。また、本実施例の詳細が請求項の範囲を限定するものでもない。

【0099】

【発明の効果】請求項1記載の発明によれば、永久磁石両端部の磁束の短絡を防ぎ、永久磁石の磁束がステータに渡り、トルク発生に有効に働くことにより、効率を高くするとともに、コギングトルクが低く、振動・騒音の少ない永久磁石モータを提供する。

【0100】請求項4記載の発明は永久磁石端部の磁束が、その両端で短絡することなく、確実にステータ1に渡りトルク発生に効果的に寄与する。

【0101】請求項6記載の発明によれば、永久磁石が安価で寸法精度がよいため、ロータコアと永久磁石の隙間を小さくでき、効率の高い永久磁石モータを提供する。

【0102】請求項7記載の発明によれば、永久磁石の数を少なくでき、永久磁石両端部の磁束の短絡を防ぎ、永久磁石の磁束がステータに渡り、トルク発生に有効に働くことにより、効率を高くするとともに、コギングトルクが低く、振動・騒音の少ない永久磁石モータを提供する。

【0103】請求項8記載の発明によれば、希土類磁石は保磁力が高いため、その厚みを小さくでき、永久磁石の小型化、高効率化を図ることができる。

【0104】請求項9記載の発明によれば、永久磁石がロータコアの永久磁石埋設用穴内部で振動することなく、ロータ強度を増すことになり、信頼性の高い永久磁石モータを提供する。

【0105】請求項10記載の発明によれば、永久磁石の磁極面とロータコアが密着するため、磁気抵抗が小さく、従って、効率の高い永久磁石モータを提供する。

【0106】請求項11記載の発明によれば、鉄損と銅損のバランスの取れた、効率の高い永久磁石モータを提供する。

【0107】請求項12記載の発明によれば、鉄損と銅損のバランスの取れた、効率の高い永久磁石モータを提供する。

【0108】請求項13記載の発明によれば、半径方向の吸引力を均一にすることができるので、コギングトルクを低減でき、振動や騒音の小さいモータを提供できる。

【0109】請求項19記載の発明によれば、コギングトルクを低減でき、振動・騒音の少ない永久磁石モータを提供する。

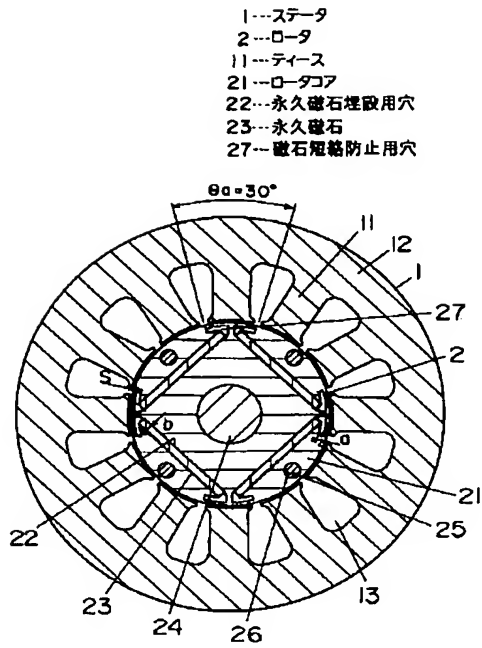
【0110】請求項20記載の発明によれば、コギングトルクを低減でき、振動・騒音の少ない永久磁石モータを提供する。

【0111】請求項21記載の発明によれば、効率が高く、振動・騒音の少ない永久磁石モータを提供する。

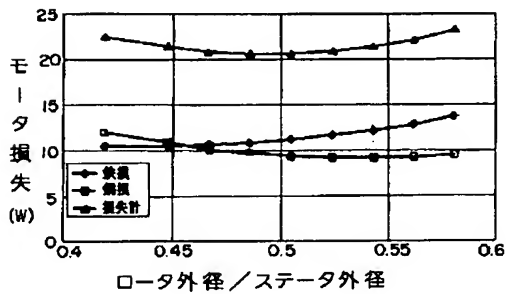
【図面の簡単な説明】

- 10 【図1】本発明の第1の実施例を示すモータの断面図
- 【図2】同一量の永久磁石を用い、ロータ磁極数に応じてロータ外径およびステータ内径を最適に設計した場合の、ロータ磁極数とモータ損失との関係を示す特性図
- 【図3】ロータコアにシリコン含有量の大きい鋼板を用いた場合のステータ外径に対するロータ外径の比率とモータ損失との関係を示す特性図
- 【図4】ロータコアにシリコン含有量の小さい鋼板を用いた場合のステータ外径に対するロータ外径の比率とモータ損失との関係を示す特性図
- 20 【図5】ロータコアにおける角度 θa とコギングトルクとの関係を示す特性図
- 【図6】ロータコアにおける角度 θa とトルク脈動値との関係を示す特性図
- 【図7】本発明の第2の実施例を示すモータの断面図
- 【図8】本発明の第3の実施例を示すモータの断面図
- 【図9】本発明の第4の実施例を示すモータの断面図
- 【図10】本発明の第5の実施例を示すモータの断面図
- 【図11】本発明の第5の実施例における他のモータの断面図
- 30 【図12】本発明の第6の実施例を示すモータの断面図
- 【図13】本発明の第6の実施例における他のモータの断面図
- 【図14】モータ仕様とトルク、トルク脈動値、コギングトルクとの関係を示す特性図
- 【図15】従来のモータの断面図
- 【符号の説明】
- 1 ステータ
- 2 ロータ
- 11 ティース
- 21 ロータコア
- 22 永久磁石埋込用穴
- 23 永久磁石
- 27 永久磁石短絡防止用穴

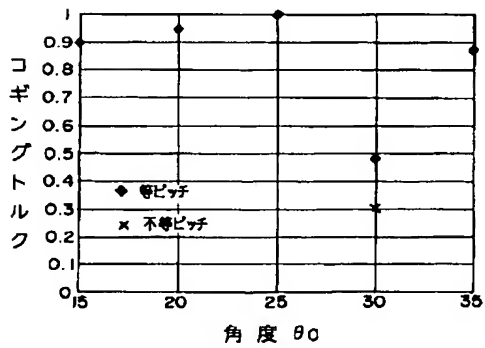
【図1】



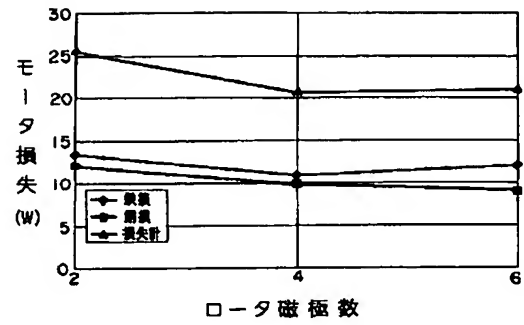
【図3】



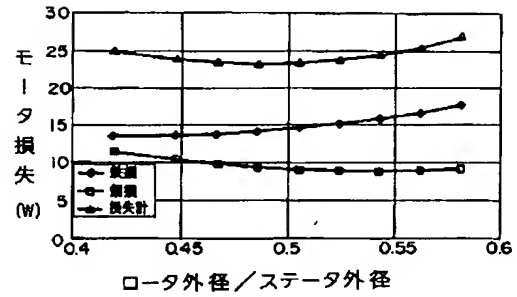
【図5】



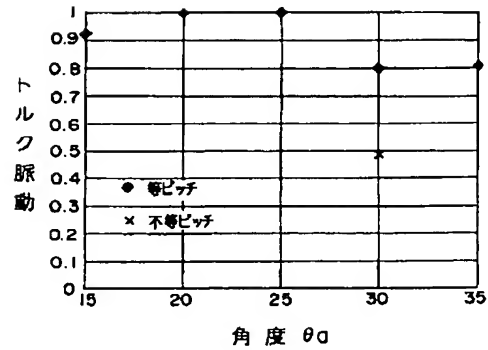
【図2】



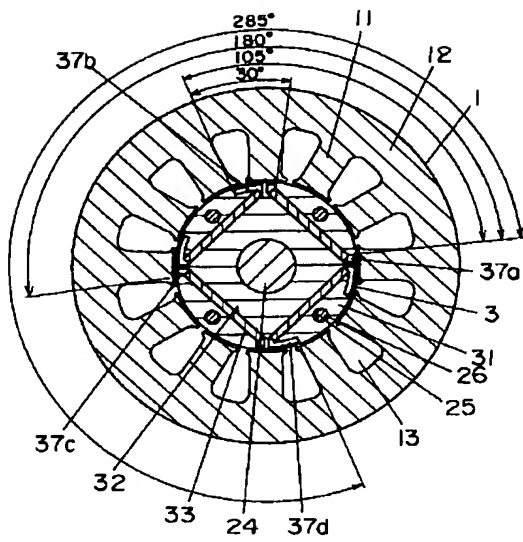
【図4】



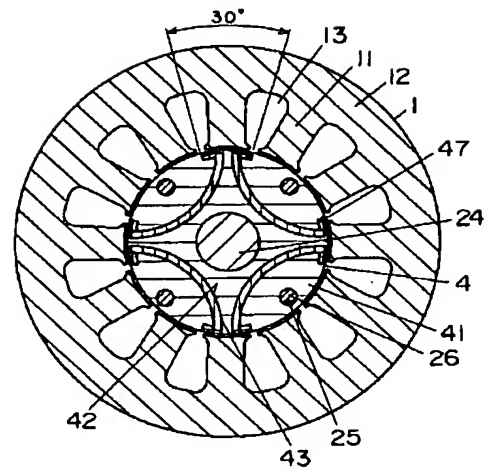
【図6】



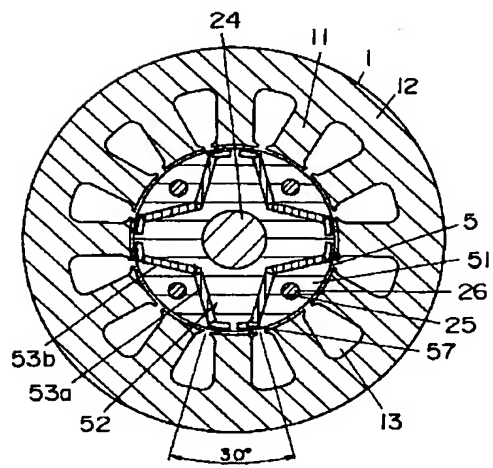
【図7】



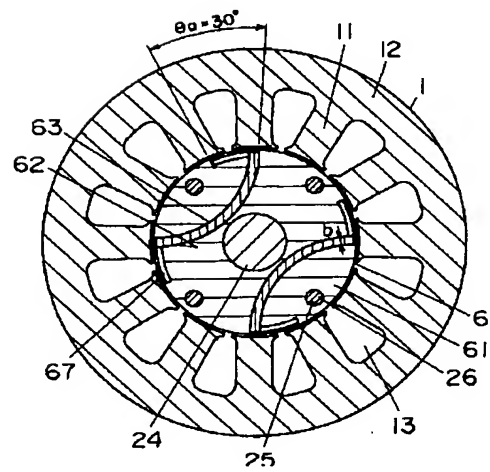
【図8】



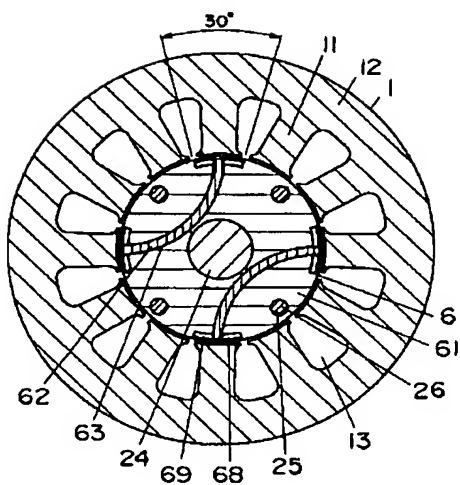
【図9】



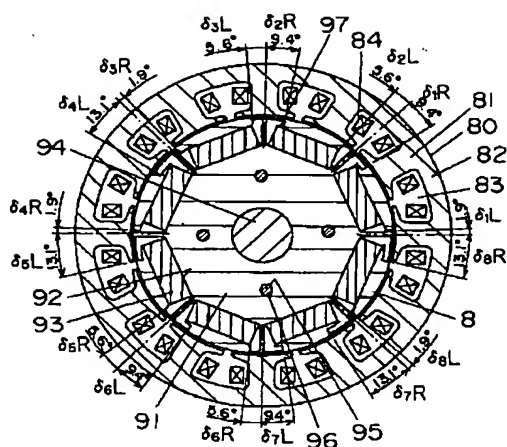
【図10】



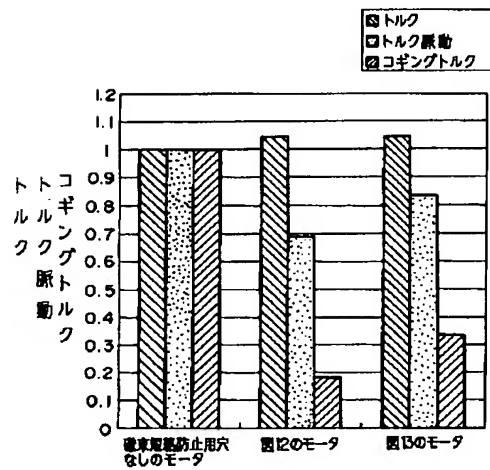
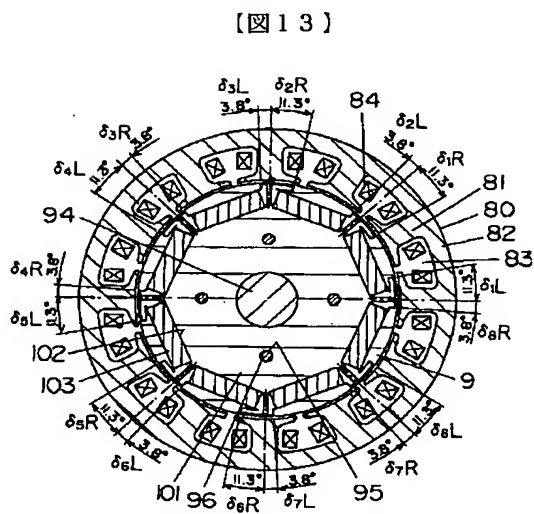
【図11】



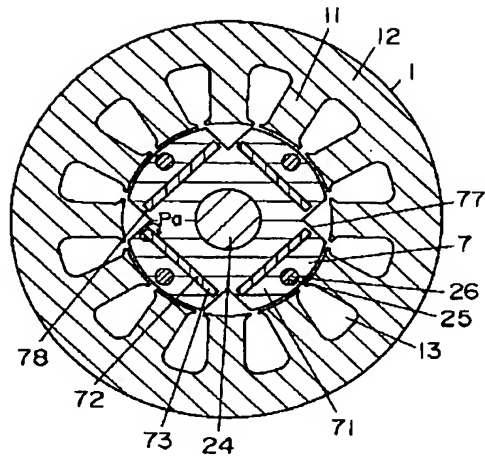
【図12】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

H 0 2 K 21/16

識別記号

F I

H 0 2 K 21/16

M

(72)発明者 森重 健
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 小原 一浩
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 本田 幸夫
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 村上 浩
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 角谷 直之
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 横手 静
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内